Abhandlung

über die

Luftverdünnung

und

Anwendung der verdünnten Luft

(Atmosphärische Eisenbahnen)

von

Dr. Franz Bikl,

k. k. Advokat in Bludenz.

Innsbruck.

Wagner'sche Universitäts-Buchhandlung.

1862.

Digitized by Google

5755 cc 53
1-10

Abhandlung

über die

Luftverdünnung

und

Anwendung der verdünnten Luft

(Atmosphärische Eisenbahnen)

von

Dr. Franz Pikl,
k. k. Advokat in Bludenz.

Innsbruck.
Wagner'sche Universitäts-Buchhandlung.
1862.

Digitized by Google

Druck der Wagner'schen Buchdruckerei.

Digitized by Google

Vorwort.

Diese Abhandlung hat den Zweck, sowohl auf die Wichtigkeit der Luftverdünnung im Allgemeinen als auch insbesonders auf zwei von mir bezüglich derselben gemachte und in Oesterreich privilegirte Erfindungen, von denen die eine die Luftverdünnung selbst, die andere die Anwendung der verdünnten Luft auf das Bewegungswesen betrifft, aufmerksam zu machen, und zur Förderung derselben die Unterstützung des wissenschaftlichen Forschers, sowie auch des industriellen Unternehmungsgeistes zu gewinnen.

„Die Luftverdünnung wird den Dampf verdrängen; es wird keine Lokomotive mehr unter ihrer eigenen Last, die oft größer ist als ihre Ladung, den Berg ächzend hinanstöhnen; die bisher im Dienste des Dampfes gestandenen Waldungen werden Obst und Getreide spenden; die Luftverdünnung wird den Ueberfluß der Gegenwart an Vegetabilien und animalischen Stoffen der fernen Zeit des Bedarfes und der Noth unversehrt aufbewahren; weder Feuer noch Feuchtigkeit werden den Balken des Hauses, oder die Stütze der Rebe mehr zerstören; das Leder wird in kürzerer Zeit, mit weniger Kosten und von besserer Qualität aus der Gärberei hervorgehen; die Waschерin wird das feine Gewebe nicht mehr mit roher Hand zerreißen; der Pulverthurm wird nicht mehr in die Höhe fliegen; die Luftverdünnung wird die Gefälle des Wildbaches aus der unnahbaren Schlucht in die entfernte, an Wassergefällen armen Stadt zaubern; wie an einem Brunnen werden die Köchin für den Haushalt und der Gewerbsmann für seine Werkstätte ihren bisher noch nie geahnten Bedarf von Luftverdünnung zu den verschiedenartigsten Zwecken holen.“ —

Digitized by Google

Diese und ähnliche Fantasien stören meine Ruhe und harren ihrer Realisirung.

Möge das Lächeln, welches den geehrten Leser beim Anblicke dieser Zeilen beschleicht, bald dem Gedanken weichen, daß die Natur selbst in ihrem Haushalte der Luftverdünnung eine der wichtigsten Rollen anwies, und daß wir gewiß nichts Besseres thun können, als dieselbe Rolle nachahmend zu spielen.

Möge der geneigte Leser ferner das Bedenken, welches ihm aus dem Umstande, daß der Gegenstand meiner Anregung der Wissenschaft, zu der ich mich öffentlich bekenne, sehr ferne liegt, gegen meine Ideen aufstoßen dürfte, mit der Thatsache beschwichtigen, daß die wichtigsten Erfindungen nicht so fast der genauen Kenntniß des Systems einer Wissenschaft, als vielmehr gewissermaßen dem Zufalle ihre Entstehung und erst der durch Erfahrung sich ausbildenden Technik ihre Entwicklung verdanken; daß noch vor 50 Jahren die größten Techniker Englands die auf Staatskosten erörterte Frage der Möglichkeit des Dahinrollens eines durch Dampf bewegten Wagens über einen ansteigenden Schienenweg ohne Hülfe gezahnter Räder verneinten; und daß Jahrtausende an dem sogenannten menschlichen Scharfsinne vorübergiengen, bis der Mensch den Fluch: „im Schweiße seines Angesichtes sein Brod zu verdienen," durch den Dampf zu erleichtern lernte; bis die Trägheit eines Knaben (Humphry Potter) die Selbststeurung und damit auch erst die praktische Anwendung der Dampfmaschine erfand.

Nur in der Hoffnung, daß der vorliegenden, auf keinen wissenschaftlichen Werth Anspruch machenden, sondern vorzüglich für den Laien bestimmte Abhandlung diese schonende Beurtheilung zu Theil werde, wage ich es, sie dem Publikum zur Berücksichtigung vorzulegen.

Bludenz, 1. Mai 1862.

AP 65

Dr. Bikl.

Digitized by Google

Uebersicht.

Ueber die Luftverdünnung und Anwendung der verdünnten Luft.

A. Ueber die Luftverdünnung und zwar
- A. über ihre Wichtigkeit,
- B. über den Grund ihrer bisherigen Beschränktheit,
- C. über eine leichte Luftverdünnung im Großen,
- D. über Reservoir der Luftverdünnung.

B. Ueber die Anwendung der verdünnten Luft und zwar
- A. auf das Bewegungswesen
  - a) von der Bewegung
    - 1) überhaupt
    - 2) insbesonders von der Bewegung der Flüssigkeiten.
  - b) Von der Erzielung einer Bewegung mittels verdünnter Luft.
- B. auf andere industrielle Unternehmungen.

C. Schluß mit einer kurzen Geschichte der atmosphärischen Eisenbahnen.

Digitized by Google

L AP 65

Digitized by Google

Ueber Luftverdünnung und Anwendung der verdünnten Luft.

A.

Ueber die Luftverdünnung

und zwar

A. über ihre Wichtigkeit.

Die Luftverdünnung verspricht eine der wichtigsten industriellen Unterehmungen zu werden:

Denn die verdünnte Luft ist:

I. auf mehrfache Weise dienlich, nämlich

1) indem sie (ohne direkten Einfluß der äußern atmosphärischen Luft) bezüglich bestimmter in den luftverdünnten Raum gebrachter Gegenstände Veränderungen entweder

a) verhindert,

z. B. ihre Entzündung, oder

b) befördert, und zwar entweder

α) durch Entfernung zweckwidriger Stoffe aus denselben z. B. der Feuchtigkeit aus dem Holze,

β) oder durch Gestattung des Eintrittes zweckdienlicher Stoffe an die Stelle der entfernten Luft z. B. der Imprägnirungsstoffe,

γ) oder durch Erleichterung des an den eingebrachten Gegenständen vorzunehmenden chemischen Processes, und der Erwärmung oder der Erkältung

z. B. bei der Destillation,

Digitized by Google

2) oder sie ist wirksam durch Mitwirkung der äußern atmosphärischen Luft (des atmosphärischen Druckes) und zwar entweder

a) ohne Eindringen der atmosphärischen Luft in den luftverdünnten Raum, sondern schon an und für sich durch die bloße Erleichterung des den luftverdünnten Raum enthaltenden Gefäßes in der atmosphärischen Luft, z. B. bei Luftballonen; oder

b) durch den Druck der atmosphärischen Luft auf den luftverdünnten Raum, und zwar

α) durch den unmittelbaren Druck, z. B. bei Ventilation, Wind;

β) durch ihren mittelbaren Druck, nämlich so, daß sich zwischen der atmosphärischen Luft und der verdünnten Luft ein anderer Körper befindet, als:

a) eine Flüssigkeit,
z. B. Saugpumpen,

b) ein fester Körper,
z. B. der Piston bei den bisherigen atmosphärischen Eisenbahnen.

II. Die Mittel und Kosten die verdünnte Luft anzuwenden

1) bei der oben sub I 1 und 2 a angeführten Wirkungsweise in der Wesenheit offenbar nur die Herstellung eines festen, mit einer luftdichtverschließbaren Oeffnung versehenen Gefäßes betreffen, und zwar eines Gefäßes,

dessen Material aus Metall, oder aus von Außen mit dünnerm Metalle oder mit luftdichten Harzen überzogenem Holze, Thon u. dgl. besteht,

dessen Form, insoferne es der Zweck der Anwendung gestattet, wegen des äußern Druckes der Luft am besten die einer Kugel oder eines Cilinders ist, und

dessen Größe von dem Zwecke der Anwendung abhängt;

2) bei der sub 2 b angeführten Wirkungsweise ist zwar nebst diesem Gefäße noch eine weitere dem Zwecke entsprechende Vorrichtung zur Leitung und Vermittlung des Zutrittes der äußern

Digitized by Google

atmosphärischen Luft nothwendig, welche aber nur in den sub β bezeichneten Fällen wegen der Schwierigkeit des luftdichten Verschlusses größere Ansprüche an die Technik macht.

III. Die Anwendbarkeit der verdünnten Luft ist weder an eine bestimmte Zeit noch an einen bestimmten Ort gebunden, sondern erstreckt sich sogar noch auf Zeiten und Orte, zu welchen und wo sie nicht unmittelbar erzeugt wird, weil die Luft überallhin transportirt und abgeleitet werden kann. Die verdünnte Luft wird ebensowenig von Hitze und Kälte, als von Höhen und Tiefen beirrt und übertrifft daher in manchen Fällen selbst die Wasserkräfte.

IV. Die Zwecke, welche durch die verdünnte Luft erreicht werden können, erscheinen, schon insofern sie bereits bekannt sind, von größter praktischer Bedeutung, indem die Luftverdünnung dienlich ist:

1) zur Conservation animalischer und vegetabilischer Stoffe, z. B. Fleisch, Fische, Gemüse, zubereitete Speisen u. dgl. und zwar
   a) nach der Appert'schen Aufbewahrungsmethode durch bloße Luftverdünnung resp. Ausschließung der atmosphärischen Luft
   b) nach Gay-Lussac durch Trocknung mittels in die Luftverdünnungen gestellten Vitriols (Schwefelsäure), welche dabei an ihrem Werth nicht einmal etwas verliert, sondern nur verdünnt wird:
2) zur Destillation, z. B. zur Erzeugung eines fuselfreien Branntweins u. dgl.,
3) zur Kälte und Eisbildung,
4) zur Verdunstung von Flüssigkeiten ohne Anwendung von Brennmaterialen, daher insbesonders
   a) zum Trocknen von Garnen, Holz u. dgl.,
   b) zur Gewinnung von Extrakten aus Pflanzenstoffen, Farben u. dgl., welche durch Einwirkung der Wärme, oder des Sauerstoffes, oder des Lichtes leicht zersetzt werden oder leicht anbrennen:
   c) zur Concentrirung von Flüssigkeiten;
5) zum Extrahiren und zwar insbesonders
   a) zum eigentlichen Extrahiren von Pflanzenstoffen zur Gewinnung von Wohlgerüchen, Gärbestoffen, Arzneimitteln (Romershausen),

Digitized by Google

b) zum Filtriren (Durchseihen) von Flüssigkeiten,
c) zum Auswaschen von gebleichtem und gelangtem Garne, Gewebe und Papiere,
d) zur Zuckersiederei,
e) zur Kattundruckerei,

6) zur Imprägnirung, insbesonders
a) zum Anfeuchten und Leimen größerer Massen Papiers in der Papierfabrikation und bei Buchdruckereien,
b) zur Schwängerung des Holzes (Schindeln, Telegrafenstangen, Weinstockpfähle, Zäune ꝛc.) mit konservirenden Salzauflösungen,
c) zum Einsalzen des Fleisches,
d) zum Einfetten,
e) zur Verbesserung und Beschleunigung des Gärbeprozesses,
f) zum Färben,

7) zur Beförderung des Luftzuges, insbesonders
a) zu Feuerungsanlagen und Kaminzügen,
b) zur Ventilation behufs der Fortschaffung schädlicher Gasarten in Bergwerken, Laboratorien u. dgl.,

8) zur Verringerung des Grades des Siedepunktes,
9) zur Verhinderung der Entzündung des Schießpulvers oder anderer entzündlicher Körper,
10) zur Verhinderung des Schalles,
11) zum Anschwellen zusammengeschrumpfter Früchte,
12) zu Luftballons (Montgolfier),
13) zum Heben von Wasser,
a) mittels des Hebers,
b) mittels des Saugapparates (Saugpumpe),
c) Savery's Wasserhebungsmaschine,

14) zur Fortpflanzung der Kraft von Wassergefällen auf große Entfernungen und selbst auf Höhen (Papin, Prechtl),
15) zur Anwendung der Dampfmaschine und der kalorischen Maschine
16) zu atmosphärischen Eisenbahnen und andern Bewegungen, also zur Verdrängung des Dampfes und der kostspieligen und schweren Lokomotive, und zur Ersparung von Brennmaterialien,

Digitized by Google

17) zu medizinischen Operationen (nach dem französischen Arzt Junod), insbesonders
   a) zum Schröpfen und zu künstlichen Blutegeln,
   b) zur Unterstützung von Ausschlagskrankheiten, Heilungen von Geschwüren,
   c) zur Anwendung bei Schlagflüssen, Lähmungen, Rheumatismen,
   d) zur Beförderung der bessern Entwickelung einzelner Organe u.

Der Anwendbarkeit der verdünnten Luft steht übrigens vielleicht ein noch unbekanntes, viel größeres Feld offen.

Manche dieser Zwecke können ohne verdünnte Luft überhaupt oder unter gegebenen Umständen gar nicht erreicht werden, während die Erreichung anderer Zwecke zwar oft auch durch andere Mittel aber nicht so wohlfeil, leicht und gut möglich ist, als durch die verdünnte Luft.

V. Die Natur selbst lenkt unsere Aufmerksamkeit vorzüglich auf die Luftverdünnung, indem sie ihre wichtigsten Verrichtungen durch die verdünnte Luft vermittelt;

z. B. durch diese die Winde erzeugt;
Quellen auf die Berge zaubert;
den thierischen Organismus in Thätigkeit erhält;
selbst die Pflanzenwelt beseelt;
die Fliege an die Zimmerdecke klebt u. dgl.

B. Ueber den Grund der bisherigen Beschränktheit der Luftverdünnung.

Der Grund, warum die Luftverdünnung dessenungeachtet bisher noch zu keiner großen praktischen Bedeutung gelangte, kann dem eben Bemerkten zufolge nicht so fast in einer Zwecklosigkeit, Schwierigkeit oder Kostspieligkeit der Anwendung der verdünnten Luft bestehen, sondern beruht vielmehr beinahe ausschließlich auf der Schwierigkeit, Kostspieligkeit und Beschränktheit der bisherigen Art und Weise der Luftverdünnung selbst.

Digitized by Google

Denn die bisherigen Mittel der Luftverdünnung waren:

I. die Luftpumpe, welche entweder durch die Kräfte
der Menschen oder
der Thiere oder
des Wassers oder
des Windes oder
des Dampfes u. dgl.
in Bewegung gesetzt wurde.

Dabei ergaben sich aber, insofern sie zur Luftverdünnung im Großen dienen sollte, vorzüglich folgende Mißstände:

1) Die Luftpumpe ist schon an und für sich ein schwer anzufertigender und daher auch kostspieliger Apparat.
2) Die Kraft zum Betriebe derselben ist,
wenn sie in menschlicher oder thierischer Kraft oder in Dampf besteht, ebenfalls kostspielig,
wenn sie aber auf den Naturkräften des Wassers oder Windes beruht, von örtlichen und zeitlichen Verhältnissen zu sehr abhängig.
3) Die Luftverdünnung, welche durch eine Luftpumpe hervorgebracht werden kann, steht selten in einem günstigen Verhältnisse zu dem dazu erforderlichen Aufwande, so zwar, daß die dazu erforderlichen Betriebskräfte meistens zweckdienlicher unmittelbar (ohne Luftpumpe) auf irgend eine Weise zum Zwecke, wozu die verdünnte Luft dienen soll, angewendet werden, z. B. wirkt das Pferd oder der Dampf unmittelbar am Wagen wohl in den meisten Fällen mehr als die verdünnte Luft, welche durch sie mittels einer Luftpumpe hergestellt werden soll, als Zugkraft wirken könnte.
4) Die Schwierigkeit der Anwendung der Luftpumpe wächst mit ihrer Größe in außerordentlichem Grade.
5) Die Verdünnung durch die Luftpumpe ist für großen Bedarf zu wenig ergiebig.

NB. Doppelt wirkende vom Wasser getriebene Luftpumpen dürften dem Zwecke noch am besten entsprechen.

Die nämlichen Mißstände treffen mehr oder weniger auch andere Luftverdünnungsmittel, als:

Digitized by Google

II. die Ventilatoren, namentlich auch die Centrifugal-Ventilation, welche in neueſter Zeit von der Pneumatic Dispatched Compagnie in London angewendet wird,

III. die Erwärmung der Luft mittels Feuer, Sonnenſtrahlen oder chemiſche Mittel,

IV. die plötzliche Abkühlung heißer Waſſerdämpfe,

V. das Erſticken glühender Kohlen (welche ihr 8faches Volumen Luft einſaugen),

VI. das Verfahren bei Anfertigung eines Barometers u. dgl., weßhalb alle dieſe Mittel bisher nur im Kleinen und nur unter beſtimmten beſchränkten Verhältniſſen mit praktiſchem Erfolge zur Luftverdünnung angewendet wurden.

Es giebt aber noch ein im Großen anwendbares Luftverdünnungsmittel, welches den Anforderungen der Leichtigkeit, Billigkeit, Ergiebigkeit, Dauerhaftigkeit und Allgemeinheit der Anwendung möglichſt entſpricht, welches aber, obgleich es die Natur in ihrem Haushalte ſelbſt anwendet, von dem menſchlichen Spekulationsgeiſte doch zu induſtriellen Unternehmungen noch nicht adoptirt wurde.

C. Ueber eine leichte Luftverdünnung im Großen.

I. Das Mittel iſt die Herſtellung der Toricelliſchen Leere *mittelſt fließenden Waſſers* und beſteht eigentlich in einer Aufſpeicherung der wohlfeilen und unerſchöpflichen Kräfte des fließenden Waſſers, um ſie nach Zeit und Ort zu benützen.

Wie viele Tauſend Brunnen und Bäche ſtürzen in den Fluß, und wie viele Flüſſe ſtrömen in das Meer, deren Gefälle bisher noch gar nicht oder doch nur ſehr wenig benützt wurden?

II. Dieſe Art der Luftverdünnung iſt bedingt:

1) durch das Vorhandenſein eines natürlichen oder künſtlich erreichbaren *Waſſergefälles* von (nach Maßgabe des Barometerſtandes des Ortes) wenigſtens 28—32 Fuß.

a) Stürzt ein Waſſer (Bergbrunnen, arteſiſcher Brunnen, Bach, Fluß) unmittelbar über eine Höhe von mehr als

Digitized by Google

28—32 Fuß herab, so ist die günstigste Bedingung der Luftverdünnung vorhanden

b) Muß aber dieses Gefälle erst entweder

α) durch längere Wasserleitungen (sei es mittels offenen Kanälen in der Höhe oder sei es aufstauungsweise mittels Röhren) oder

β) durch mittels Wasserkraft, Dampf, Wind getriebener Wasserhebemaschinen (Pumpwerke) hergestellt werden, so erleidet jener Faktor einer vortheilhaften Luftverdünnung durch die Kosten einer so künstlichen Anlage einen entsprechenden Abbruch, der in dem sub β bemerkten Falle oft so weit gehen kann, daß es zweckmäßiger wird, die Kosten der Erzielung eines künstlichen Gefälles direkt auf eine Luftpumpe und ihren Betrieb zu verwenden.

Dieses Verdünnungsverfahren empfiehlt sich daher vorzüglich für gebirgige oder hüglichte Gegenden, ist aber doch auch in Ebenen mit mehr oder weniger Erfolg anwendbar und geeignet, den Ebenen aus dem Gebirge verdünnte Luft (die aufgespeicherten Kräfte der Gebirgswasser) zu liefern. Jedenfalls ist diese Luftverdünnungsweise wegen Mangels der Möglichkeit ihrer allörtlichen vortheilhaften Anwendung ebensowenig hintan zu setzen als die Wassergefälle deßwegen, weil sie nicht überall vorkommen, verschmäht werden. Diese Art der Luftverdünnung ist ferner bedingt:

2) durch zwei oder mehrere an diesem Gefälle angebrachte luftdichte Cilinder (Thürme) von der Höhe des Wassergefälles, in deren Wand am Boden sich zwei luftdicht verschließbare Oeffnungen w und x zum Ein- und Austritt des Wassers, und in dessen Kuppel sich ebenfalls zwei luftdicht verschließbare Oeffnungen y und z zum Ein- und Austritte der Luft befinden, von denen w durch eine Röhre mit dem Wassergefälle, y aber durch eine Röhre mit andern von Luft zu entleerenden Gefäßen (z. B. einem Reservoir für Luftverdünnung) in Verbindung sind, x und z hingegen in das Freie münden.

Digitized by Google

III. Sind dieſe zwei Vorbedingungen vorhanden, ſo kann auf folgende Weiſe eine Luftverdünnung erzielt werden.

1) Läßt man in den einen von beiden Cilindern, während ſeine Oeffnungen x und y geſchloſſen ſind, durch die Oeffnung w das Waſſer jenes Gefälles einſtrömen, ſo wird es in dem Cilinder nach dem Geſetze des Gleichgewichtes ſteigen, die darin befindliche Luft durch die Oeffnung z hinausdrängen und den Cilinder ganz mit Waſſer füllen.

2) Werden dann, nachdem der erſte der gedachten Cilinder ſo mit Waſſer angefüllt iſt, ſeine Oeffnungen w und z (durch Menſchenhand oder Selbſtſteurung) geſchloſſen, x aber geöffnet: hingegen im zweiten Cilinder x' und y' geſchloſſen, und w' und z' geöffnet: ſo wird das in den erſten Cilinder eingeſtrömte Waſſer durch die Oeffnung x in ſo lange ausſtrömen, bis ſein Niveau im Cilinder bis auf die dem Barometerſtande des Ortes entſprechende Waſſerhöhe herabgeſunken iſt, wodurch zwiſchen dem Kuppelgewölbe und zwiſchen dem Niveau des Waſſers des Cilinders ein nahezu luftleerer Raum entſteht.

3) Wird während des Ausfluſſes des Waſſers aus dem erſten Cilinder durch die Oeffnung y die Kommunikation zwiſchen dieſem luftleeren Raume und einem andern von Luft zu entleerenden Gefäße (Reſervoir) hergeſtellt, ſo wird die noch gar nicht oder nur theilweiſe verdünnte Luft dieſes Gefäßes in jenen luftleeren Raum des Cilinders ſtrömen, und ſomit die in jenem Gefäße (Reſervoir) enthaltene Luft nach Verhältniß der Größe des Gefäßes zum luftleeren Raume des Cilinders verdünnt (reſp. weiter verdünnt). Daß in Folge des Einſtrömens von Luft das Niveau des Waſſers des Cilinders aber nach Maßgabe der Spannung der ſo verdünnten Luft noch unter den Barometerſtand ſinken würde, wenn x und y nicht früher wieder geſchloſſen werden, verſteht ſich von ſelbſt.

4) Läßt man endlich, während die eben sub 2 und 3 bezeichnete Waſſerentleerung und Luftverdünnung vor ſich geht und alſo der weitere Zufluß des Waſſers zum erſten Cilinder abgeſperrt iſt, dieſes Waſſer in den zweiten Cilinder

Digitized by Google

auf die sub 1 angezeigte Weise einströmen und sofort ebenfalls auf die sub 2 bezeichnete Weise entleeren, und nach Punkt 3 Luft einströmen, so entsteht eine Wechselwirkung zwischen beiden Cilindern und somit eine kontinuirliche Luftverdünnung, und es kann so im Gefäße (Reservoir) ein gleicher Grad der Luftverdünnung erreicht werden, wie im Cilinder.

IV. Ueber diese Art der Luftverdünnung mache ich nun noch folgende Bemerkungen.

1) Es wird dadurch ebensoviel Kubikfuß (nahezu) luftleerer Raum gewonnen, als in derselben Zeit Kubikfuß Wasser dem Cilinder zufließen resp. entströmen, und es hängt somit das Maß der Luftverdünnung von der Quantität der während einer Sekunde in den Cilinder strömenden Wassers ab.

2) Bezüglich des Cilinders ist sein Durchmesser im untern Theile, welcher nie zur Entleerung kommt, gleichgültig, der Inhalt seines obern der Entleerung unterliegenden Theiles aber für die auf einmal mit dem Cilinder zu erzielende Luftverdünnung maßgebend.

3) Der obere (d. h. der entleerbare) Inhalt des Cilinders ist bei dem Umstande, daß die Ausflußgeschwindigkeit des Wassers von der Höhe, nicht aber von der Breite des Wasser-Niveaus abhängt, wenn es das Wassergefälle zuläßt, mehr von der Höhe als von der Breite des Cilinders abhängig zu machen, und dieß um so mehr als bei einer größern Oberfläche des Wassers diesem auch mehr Lufttheilchen entweichen.

4) Der Bau des Cilinders wird übrigens nicht nur luftdicht, sondern auch so beschaffen sein müssen, daß er unterhalb vorzüglich dem Drucke seiner hohen Wassersäule nach Außen, oberhalb aber dem Drucke der atmosphärischen Luft nach Innen zu widerstehen vermag.

Wenn der Cilinder z. B. in einem ca. 40 Fuß hohen Thurm aus Mauerwerk besteht, so dürfte daher in seinem untern Theile von Innen eine möglichst enge aber der Wasserzuflußmenge immerhin noch genügend entsprechende metallene Röhre, in seinem obern Theile aber von Außen ein beliebiger

Digitized by Google

luftdichter, wenn gleich ziemlich dünner Ueberzug dem Zwecke am besten entsprechen.

5) Zur Verhinderung der Entweichung der im Wasser enthaltenen Luft in den Raum über dem Wasser-Niveau des Cilinders und somit zur Erzielung einer möglichst vollständigen Luftleere ist das Wasser mit einem luftdicht schließenden Deckel, der sich mit dem Niveau des Wassers zugleich hebt und senkt, zu bedecken.

6) Da sowohl die Ausflußgeschwindigkeit des Wassers aus dem einen Cilinder, als auch die Einflußgeschwindigkeit desselben in den andern Cilinder immer mehr abnimmt, so muß, um die Wechselwirkung zwischen beiden Cilindern zu erhalten und um zu erzielen, daß kontinuirlich soviel Wasser ab- als zufließt und somit der Brunnen oder Bach seinen beständigen Lauf behalte, hiefür durch eine eigene technische Vorkehrung gesorgt werden.

7) Alle gedachte Vorrichtungen des Oeffnens und Schließens können, und zwar am zuverläßigsten, dem fließenden Wasser zur Selbststeurung anvertraut werden, so daß bei dieser Luftverdünnung nach einmaliger ordnungsmäßigen Herstellung des Apparates in der Regel keine menschliche Beihilfe mehr nothwendig ist.

D. Ueber die Reservoir der Luftverdünnung.

Um einen möglichst großen Vorrath von verdünnter Luft sowohl für deren bedürftige Orte, als auch für geeignete Zeiten und für die verschiedenartigsten Zwecke aufbewahren zu können, ist die Errichtung von Reservoir für verdünnte Luft nothwendig, bei denen man dann nach Bedarf Luftverdünnung — wie Wasser an Brunnen — holen, oder von denen man dieselbe durch Röhren nach beliebigen Entfernungen und Höhen gewissermaßen weiterleiten kann.

Bezüglich dieser Reservoir kommt vorzüglich Folgendes zu bemerken:

Digitized by Google

1) Ein Reservoir für verdünnte Luft dürfte am einfachsten und zweckmäßigsten in Form eines runden Thurmes mit Kuppelgewölbe von Mauerwerk herzustellen, von Außen aber mit einem luftdicht schließenden Gegenstand, z. B. Blei, Harz, Asphalt u. dgl. zu überziehen sein. Er kann auf diese Weise jede beliebige Größe, z. B. bei einem Durchmesser von 50 Fuß und einer Höhe von 150 Fuß einen Rauminhalt von nahezu 300,000 Kubikfuß erlangen, und die Kräfte (Gefälle) ganzer vielleicht sehr entfernter Flüsse beherbergen.
2) Die Kosten dieses immerwährenden, keiner besondern Zerstörungsgefahr unterworfenen Baues dürften also fast nur in den Kosten eines Mauerwerks von gleichem kubischen Maße bestehen.
3) Die Stellung der Reservoir ist an den Ort des Bedarfes verdünnter Luft gewiesen, damit beim Gebrauche durch das Schöpfen der Luftverdünnung resp. durch das Einströmen der zu verdünnenden Luft weniger Zeit verloren geht.
4) Die Größe (der Rauminhalt), welche ein Reservoir, durch das die Luft eines andern Gefäßes verdünnt werden soll, haben muß, hängt ab: von der Größe (dem Rauminhalte) des Gefäßes der zu verdünnenden Luft und von der Differenz zwischen der Luftverdünnung im Reservoir und der in jenem Gefäße zu erzielenden Luftverdünnung, sowie auch von der Anzahl der Wiederholungen der Verdünnung. Soll z. B. in der unten beschriebenen Triebröhre, welche einen Rauminhalt von V Kubikfuß hat, die Luft von d (z. B. 28 Grad) atmosphärischer Dichtigkeit
   a) vor der Abfahrt bis auf $d - g$ ($= 21$) Grad verdünnt resp. der auf den Piston drückenden atmosphärischen Luft eine Triebkraft per q ($= 7$) Grad gegeben werden, so muß das Reservoir q V (z. B. $\frac{1}{4}$ V Kubikfuß) atmosphärische Luft aus der Triebröhre schöpfen und in sich aufnehmen;
   b) während der Fahrt muß dann die in der Triebröhre noch übrige Luft per 21 Grad ($= \frac{3}{4}$ V Kubikfuß atmosphärischer Spannung) ebenfalls vom Reservoir aus der Triebröhre aufgenommen werden, also findet
   c) bei Einer Fahrt die Aufnahme von 1 V Kubikfuß atmosphärischer Luft,

Digitized by Google

bei x (z. B. 2, 3, 4 ꝛc.) Fahrten
aber = x V Kubikfuß = 2 V, 3 V, 4 V ꝛc. Kubikfuß Luft von atmosphäriſcher Dichtigkeit ſtatt.

Welchen Rauminhalt (V′) muß alſo das Reſervoir zur Verdünnung per d — q haben?

Es muß offenbar ſo groß ſein, daß wenn zu ſeiner verdünnten Luft von d — q′ (z. B. 28 — 24 = 4) Grad die aus der Triebröhre aufgenommenen x V Kubikfuß atmoſphäriſcher Luft hinzukommen, die Luft im Reſervoir doch nicht mehr als auf d — q (z. B. 28 — 7 = auf 21 Grad) verdichtet werde reſp. daß im Reſervoir nun (d — q) V′ Kubikfuß atmoſphäriſche Luft befindlich ſind, alſo, daß

$$(d - q')\ V' + x\,V = (d - q)\ V' \text{ iſt.}$$

Daraus ergiebt ſich aber

$$x\,V = (q' - q)\ V, \text{ folglich}$$

$$V' = \frac{x\,V}{q' - q} \text{ d. h.}$$

der Rauminhalt des Reſervoirs muß $\frac{x\,V}{q' - q}$ Kubikfuß enthalten,

alſo in obigem Beiſpiel

$$V' = \frac{x\,V}{24 - 7} = \frac{x\,V}{17} \text{ ſein;}$$

oder weil 17 nichts anderes als 17 Theile aus 28 alſo $\frac{17}{28}$ ſind, ſo muß

für Eine Fahrt $V' = \frac{28}{17} \times 1 \times V = 1\frac{11}{17} V$
„ 2 Fahrten $V' = \frac{28}{17} \times 2 \times V = 3\frac{5}{17} V$
„ 3 „ $V' = \frac{28}{17} \times 3 \times V = 4\frac{16}{17} V$ ſein.

Hätte daher die Triebröhre einen Rauminhalt von V Kubikfuß, und ſoll darin durch das Reſervoir die Luft auf 28 — 18 = auf 10 Grad verdünnt werden reſp. die Triebkraft (am Meere) per □ Zoll des Querſchnittes der Röhre $9\frac{18}{28}$ ℔ betragen, ſo müßte das Reſervoir

α) für Eine Fahrt bei ſeiner urſprünglichen Verdünnung

Grad		eine Größe
von 28 — 27 = 1	haben	27 — 18 = 9 = $\frac{28}{9}$ V
„ 28 — 26 = 2	„	26 — 18 = 8 = $\frac{28}{8}$ V
„ 28 — 25 = 3	„	25 — 18 = 7 = $\frac{28}{7}$ V

Digitized by Google

Grad		eine Größe
„ 28 — 24 = 4	„	24 — 18 = 6 = $\frac{28}{6}$ V
„ 28 — 23 = 5	„	23 — 18 = 5 = $\frac{28}{5}$ V
„ 28 — 22 = 6	„	22 — 18 = 4 = $\frac{28}{4}$ V
„ 28 — 21 = 7	„	21 — 18 = 3 = $\frac{28}{3}$ V
„ 28 — 20 = 8	„	20 — 18 = 2 = $\frac{28}{2}$ V
„ 28 — 19 = 9	„	19 — 18 = 1 = $\frac{28}{1}$ V

β) für mehrere Fahrten: die solchen Verdünnungen entsprechende Größe × mit der Anzahl der Fahrten.

5) Das Reservoir steht mit dem am Wassergefälle befindlichen Verdünnungsapparate durch eine luftdichte Röhre, z. B. von Asphalt u. dgl. auf eine ähnliche Weise in Verbindung, wie der Brunnen der Stadt mit seinen oft Meilen weit entfernten Quellen, und es bildet der Rauminhalt dieser Röhre somit selbst ein Reservoir, z. B. wenn die Röhre nur einen Durchmesser von 1 Zoll aber eine Länge von einer Meile hätte, von einem Inhalte per 130 Kubikfuß; wenn die Röhre aber ca. 3½ Fuß Durchmesser, also einen Querschnitt (Kreisinhalt) von ca. 10 □ Fuß und eine Länge von einer Meile hätte, von einem Inhalte per 240,000 Kubikfuß.

6) Der Grad der jeweiligen Verdünnung (Abnahme der Dichtigkeit) der im Reservoir (oder in der Triebröhre oder andern Gefäßen) befindlichen Luft durch den eben bezeichneten Verdünnungsapparat hängt von dem Verhältnisse der Größe der ersteren zur Größe des luftentleerten Raumes des letzteren und von der Anzahl der Entleerungen ab.

Sie beträgt im Reservoir

α) (vorausgesetzt, daß im Verdünnungsapparate der Raum ober dem Niveau des Wassers vollkommen luftleer sei) nach jeder Communication den sovielten Theil der Dichtigkeit der im Reservoir vor der letzten Communication vorhanden gewesenen Luft als der luftleere Raum des Apparates kleiner ist als das Reservoir + 1.

Z. B. 1) wenn die Luft im Reservoir vor der Communication 26 Zoll Barometerstand hat und das Reservoir 99mal größer ist als der luftleere Raum des Apparates

Digitized by Google

den 99 + 1 = den 100sten Theil von 26 Zoll
= $\frac{26}{100}$ = 3 $\frac{12}{100}$ Linien — oder

2) wenn die Luft im Reservoir vor der ersten Communication eine Dichtigkeit von 25 Zoll (Barometerstand) hatte, und das Reservoir 4mal größer ist als der luftleere Raum des Apparates den 4 + 1 = den 5. Theil und zwar

nach der 1. Communic. den 5. Theil v. 25 Z. . . . . = 5 Zoll
„ „ 2. „ „ 5. „ v. 25 − 5 Z. (v. 20 Z.) . . = 4 „
„ „ 3. „ „ 5. „ v. 20 − 4 Z. (v. 16 Z.) . . = 3 $\frac{1}{5}$ „
„ „ 4. „ „ 5. „ v. 16 − 3 $\frac{1}{5}$ Z. (v. 12 $\frac{4}{5}$ Z.) . = 2 $\frac{14}{15}$ „
„ „ 5. „ „ 5. „ v. 12 $\frac{4}{5}$ − 2 $\frac{14}{25}$ Z. (v. 10 $\frac{6}{25}$ Z. . = 2 $\frac{6}{125}$ „

also nach 5 Communicationen zusammen = 16 $\frac{101}{125}$ „

woraus sich im Reservoir eine verdünnte Luft per 8 $\frac{24}{125}$ Grad ergiebt.

β) Ist im Verdünnungsapparate der Raum nicht luftleer, sondern nur luftverdünnt, z. B. noch von der Dichtigkeit per 2 Grad, so ist jener Bruch (jene Differenz zwischen Reservoir und Luftapparat) + 1 mit der Dichtigkeit der Luft im Reservoir − 2 zu multipliciren, um den Grad der Abnahme der Dichtigkeit zu erlangen, z. B. im obengedachten erstern Falle 26 Zoll minus der Dichtigkeit im Apparate (2 Z.) mit $\frac{1}{100}$ = $\frac{26-2}{100}$ Z. = $\frac{24}{100}$ Z. Verdünnung u. s. w.

NB. Es wird also bei der beantragten Luftverdünnung zwar in dem Apparate wirklich so viel und so schnell Luft entleert als Wasser zu- und abfließt, nicht aber im gleichen Maße im Reservoir.

Digitized by Google

B.

Ueber die Anwendung der verdünnten Luft

und zwar

A. auf das Bewegungswesen.

a) Von der Bewegung.

1) überhaupt.

Anmerkung Die folgenden Bemerkungen über die Bewegung überhaupt, deren Beispiele Huber's technischer Naturlehre entnommen sind, sollen hier lediglich für den Laien zur übersichtlichen Beurtheilung der Bewegungsverhältnisse dienen.

Bei der Bewegung kommen in Betracht:
ihre Ursache (Kräfte),
ihre Beschaffenheit,
ihre Grundsätze,
ihre Wirkung.

I. Die bewegenden Kräfte (Motoren) sind entweder
1) dynamische, und zwar
a) organische, z. B. thierische Kräfte, als:
α) Irretabilität, z. B. zur Herzensbewegung,
β) willkürliche, z. B. Muskelbewegung,
b) kosmische, als:
α) die Anziehungskräfte, insbesonders
αα) die Schwerkraft (die Anziehungskraft der Erde), dahin gehören z. B. das Gewicht an Uhren, die Bewegungskräfte des Wassers, der atmosphärischen Luft und der schiefen Ebene;
ββ) die Adhäsion und die chemische, magnetische und elektrische Anziehung,

Digitized by Google

β) die Abstoßungskräfte, Expensivkräfte, z. B. die Wärme (Kalorische Maschinen), Gase und Dämpfe. Oder die Motoren sind

2) bloß mechanische.

II. Die Bewegung eines Körpers ist

1) nach den wirkenden Kräften entweder
   a) eine einfache oder
   b) eine zusammengesetzte,
2) nach ihrem Weg entweder
   a) geradlinig oder
   b) krummlinig,
3) nach ihrer Richtung entweder
   a) eine fortschreitende oder
   b) eine kreisförmige,
4) nach ihrer Geschwindigkeit (d. h. nach dem Verhältniß des Raumes, den ein Körper durchläuft, zur Zeit, die er dazu nöthig hat) entweder
   a) eine unveränderliche (gleichbleibende),
   b) eine veränderliche, und zwar
      α) eine gleichförmig veränderliche, nämlich entweder
         αα) eine gleichförmig beschleunigte oder
         ββ) eine gleichförmig verzögerte, oder
      β) eine ungleichförmig veränderliche, nämlich entweder
         αα) eine ungleichförmig beschleunigte oder
         ββ) eine ungleichförmig verzögerte,
5) nach ihrer Dauer entweder
   a) eine zeitweilige oder
   b) eine immerwährende.

Die immerwährende Bewegung läge zwar in der Natur der Bewegung, weil jeder Körper, der einmal in Bewegung ist, seine Bewegung nicht nur in unveränderter (gerader) Richtung und Geschwindigkeit, sondern auch ohne Aufhören fortsetzen müßte, wenn nicht äußere Hindernisse, z. B. Reibung ꝛc., sie aufheben würden. Weil es aber immer und überall solche äußere Hindernisse giebt, kann es keine immerwährende Bewegung (Perpetuum mobile) geben.

Digitized by Google

III. Die Grundsätze der Bewegung sind folgende und können, wenn man die Anfangsgeschwindigkeit eines Körpers mit c (celerectas),

die Zeit (in Sekunden), die ein Körper zur Bewegung durch einen bestimmten Raum braucht, mit t (tempus),

die Geschwindigkeit nach der Zeit t mit v (velocitas),

den in der Zeit t von einem Körper zurückgelegten Weg mit s (spatium),

die Beschleunigung (Acceleration) mit p (pondus),

die Geschwindigkeitszunahme oder Abnahme per Sekunde: im Allgemeinen mit γ, oder

insbesondere als Fallbeschleunigung (Beschleunigung der Schwere) mit g (gravitas),

den in einem Zeitelemente τ erhaltenen Zuwachs an Geschwindigkeit mit k,

den in einem Zeitelemente durchlaufenen Raum mit σ bezeichnet;

durch die denselben vorangestellten Formeln ausgedrückt werden; nämlich

1) Grundsätze der einfachen Bewegung und zwar

a) die der gleichbleibenden Bewegung:

$s = c\,t$ d. h.

der Weg, den ein Körper während der ganzen Zeit seiner Bewegung durchlaufen hat ist = dem Produkte aus der Zeit, welche während der Bewegung verflossen ist, und aus seiner Geschwindigkeit, und wird also durch die Multiplikation der Zeit mit der Geschwindigkeit gefunden.

$c = \frac{s}{t}$ d. h.

die Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper einen Weg durchläuft ist = dem Quotienten aus der Division des durchlaufenen Weges durch die dazu gebrauchte Zeit, und wird also durch die Division des Weges durch die Zeit gefunden.

NB. Das Maß der Geschwindigkeit ist der in

einer Sekunde zurückgelegte Raum. Beispiele von absoluten (mittlern) Geschwindigkeiten von Körpern per Sekunde sind:

		Fuß
die Geschwindigkeit einer Büchsenkugel . . .	=	1500
„ „ eines Punktes der Erdoberfläche unter dem Aequator	=	1431
„ „ der atmosphärischen Luft in einem luftleeren Raum 396 Meter	=	1255
„ „ des Schalles (bei 0 Temperatur)	=	1022
„ „ eines heftigen Orkans . . .	=	120
„ „ eines mäßigen Windes . . .	=	10
„ „ eines Dampfwagens	=	30
„ „ eines schnellen Fußgängers, der in $1^1/_4$ Stunde eine geographische Meile zurücklegt	=	$5_{,3}$
„ „ einer Fliege im Fluge . . .	=	5
„ „ eines Flusses	=	3

$t = \frac{s}{c}$ d. h.

die Zeit, die ein Körper braucht, um einen bestimmten Weg zu durchlaufen ist = dem Quotienten aus der Division des Weges, den er durchläuft, durch die Geschwindigkeit seiner Bewegung, und wird also durch die Division des Weges durch die Geschwindigkeit gefunden.

b) Grundsätze der veränderlichen Bewegungen und zwar

α) die der gleichförmig veränderlichen, insbesonders

αα) die der gleichförmig beschleunigten Bewegung $v = I$ wenn die Anfangsgeschwindigkeit $= 0$ ist:

1) $v = tp$ d. h.

die Geschwindigkeit, welche eine beständig wirkende Kraft, die einen Körper in beschleunigte Bewegung setzt, diesem mittheilt, ist = dem Produkte aus dem in einer (in der ersten) Sekunde ertheilten Geschwindigkeitszuwachs

Digitized by Google

(also aus der Beschleunigung) und aus der Anzahl Sekunden der Bewegung, und wird also durch die Multiplikation der Beschleunigung mit der Zeit gefunden.

Z. B. ist die Endgeschwindigkeit eines frei fallenden Körpers nach $6^1/_2$ Sek. $= 9{,}81 . 6{,}5 = 63{,}765$ Mtr.

2) $v = \frac{2s}{t}$

3) $v = \sqrt{2ps}$. z. B. ist die Endgeschwindigkeit eines Körpers, der 100 Meter hoch gefallen ist $= \sqrt{2gs} = \sqrt{2 . 9{,}81 . 100} = \sqrt{1962} = 44{,}3$ Meter

II Wenn der Körper schon eine Anfangsgeschwindigkeit c hat, so ist

1) $v = c + tp$. z. B. ist die Geschwindigkeit, welche ein Wagen, der schon im Anfange der Bewegung mit einer Geschwindigkeit von 3 Fuß von einer schiefen Ebene herabrollt, und beim Herabrollen in jeder Sekunde noch 2 Fuß Zuwachs an Geschwindigkeit erlangt, nach $3^1/_4$ Sekunden $= 3 + 2 . 3{,}25 = 9{,}5$ Fuß,

2) $v = \frac{2s}{t} - c$

3) $v = \sqrt{c^2 + 2ps}$

4) $v = \frac{s}{t} + \frac{pt}{2}$

$s =$ I wenn die Anfangsgeschwindigkeit $= 0$ ist

1) $s = \frac{v}{2} . t$ d. h.

der Weg, den ein Körper bei beschleunigter Bewegung zurücklegt, ist $=$ dem Mittel seiner Anfangs- und Endgeschwindigkeit,

z. B. ist der Weg, welchen ein Körper, der während 12 Sekunden durch gleichförmig beschleunigte Bewegung eine Geschwindigkeit von 30 Fuß erreicht, während dieser Zeit zurückgelegt hat $= \frac{30 . 12}{2} = 180$ Fuß.

Digitized by Google

NB. Der bei beschleunigter Bewegung durchlaufene Weg wächst wie die Quadrate der Zeiten, indem ein Körper in der doppelten, dreifachen ꝛc. Zeit auch die doppelte, dreifache ꝛc. Geschwindigkeit erreicht,

2) $s = t.t. \frac{p}{2} = t^2 \frac{p}{2} = \frac{p\,t^2}{2}$

3) $s = \frac{v}{2} . \frac{v}{p} = \frac{v^2}{2p}$

II Wenn die Bewegung schon mit der Geschwindigkeit c anfängt, so ist

1) $s = \left(\frac{c+v}{2}\right).t$ z. B. ist, wenn ein Wagen in 5 Minuten durch gleichförmige Beschleunigung von einer Geschwindigkeit von 3 Fuß in eine Geschwindigkeit von 8,5 Fuß versetzt wurde, der in dieser Zeit zurückgelegte Weg $= \frac{3+8,5}{2} . 5 . 60 = 1725$ Fuß

2) $s = c.t + t^2 . \frac{p}{2} = c\,t + \frac{p\,t^2}{2}$

3) $s = \frac{v^2 - c^2}{2p}$

4) $s = v\,t - \frac{p\,t^2}{2}$

t =

1) $t = \frac{2s}{v}$

2) $t = \frac{v}{p}$ z. B. ist die Zeit, in welcher ein Wagen eine Geschwindigkeit per 12 Meter durch eine Beschleunigung von 3 Meter erlangt = 4 Sekunden,

3) $t = \sqrt{\frac{2s}{p}}$ z. B. ist die nöthige Fallzeit für den Fall eines Körpers durch 100 Meter Höhe $= \sqrt{\frac{200}{9,81}} = 4\frac{1}{7}$ Sekunden,

p =

1) $p = \frac{v}{t}$ d. h. die Beschleunigung eines Körpers ist = dem Quotienten aus der Division ihrer

Digitized by Google

Geschwindigkeit durch die Zeit, binnen welcher er diese Geschwindigkeit erlangt,

2) $p = \frac{2s}{t^2}$ (weil $s = \frac{pt^2}{2}$ ist) z. B. ist die mittlere Beschleunigung eines Wagens, welcher innerhalb $2^1/_2$ Minuten (150 Sekunden) mit beschleunigter Bewegung einen Berg von 4000 Fuß Länge hinabrollt $= \frac{2.4000}{150^2} =$ 0,355 Fuß,

3) $p = \frac{v^2}{2s}$ (weil $s = \frac{v^2}{2p}$ ist) z. B. ist die mittlere Beschleunigung eines Wagens, welcher auf einem Wege von 100 Meter eine Geschwindigkeit von 10 Meter erlangt $= \frac{10^2}{2.100} = \frac{100}{200} = {}^1/_2$ Meter.

Anmerkung. Für freifallende Körper ist p die Fallbeschleunigung, welche aber allgemein statt mit p mit g bezeichnet wird)

	öst. Fuß.	bad. Fuß.	Meter.
$=$	31,03	32,7	9,81
$v =$	31,03 t	32,7 t	9,81 t
$s =$	15,515 t^2	—	4,905 t^2
$t =$	0,03223 v	—	0,1019 v

ββ) Grundsätze der gleichförmig verzögerten Bewegung:

v 1) $v = c - t.p$ z. B. ist nach 5 Sekunden die Geschwindigkeit eines geworfenen Körpers $= c - 5.9{,}81$ Meter. Wird ein mit 10 Meter Geschwindigkeit fortgehender Dampfwagen so gebremst, daß er in jeder Sekunde $^1/_2$ Meter an Geschwindigkeit verliert, wie groß ist seine Geschwindigkeit nach 4 Sekunden? $v = 10 - 05.4 = 8$ Meter.

NB. 1. Ist also $c = t.p$, so gelangt der Körper zur Ruhe.

NB. 2. Ein Körper braucht demnach zum Steigen und Fallen die nämliche Zeit.

Digitized by Google

2) $v = \frac{2s}{t} - c$

3) $v = \sqrt{c^2 - 2ps}$ und $c = \sqrt{2 . p . s.}$

4) $v = \frac{s}{t} - \frac{pt}{2}$

s 1) $s = \left(\frac{c+v}{2}\right).t$

2) $s = ct - t^2.\frac{p}{2} = ct - \frac{pt^2}{2}$

3) $s = \frac{c^2 - v^2}{2p}$ z. B. Wenn ein mit 10 Meter Geſchwindigkeit bewegter Wagen ſo gebremst wird, daß er in jeder Sekunde $^1/_2$ Meter an Geſchwindigkeit verliert, ſo iſt der Weg, den der Wagen von Anfang des Bremſens an bis zum Augenblick der Ruhe zurücklegt $= \frac{10^2}{2.05}$ $= 100$ Meter.

4) $s = vt + \frac{pt^2}{2}$

$t = \frac{c}{p}$ (weil $c = pt$ iſt) z. B. wenn ein mit 10 Meter Geſchwindigkeit bewegter Wagen ſo gebremst wird, daß er in jeder Sekunde $^1/_2$ Meter an Geſchwindigkeit verliert: wann kommt der Wagen zur Ruhe?

$= \frac{10}{0,5} = 20$ Sekunden.

$p = \frac{c^2}{2s}$ (weil $s = \frac{c^2}{2p}$ iſt) z. B. iſt in einer Sekunde die Geſchwindigkeitsabnahme (Verzögerung), wenn ein Dampfwagen auf der Eiſenbahn eine Geſchwindigkeit von 12 Meter hat, und nachdem die Dampfmaſchine abgeſtellt wurde, noch 2000 Meter ſich fortbewegt, bis er zur Ruhe kommt $= \frac{12^2}{2.2000} = 0,036$ Meter.

β) die der ungleichförmigen Bewegung

$k = p\tau$

$v = v\tau$

$p = \frac{k}{\tau}$

Digitized by Google

$$p\,s = v\,k$$

$$v = \frac{s}{t}$$

2) Grundsätze der zusammengesetzten Bewegung und zwar

a) die der Wurfbewegung
b) die der Pendelbewegung
c) die der Centralbewegung

} werden hier übergangen.

d) die der Bewegung auf der schiefen Ebene.

Befindet sich auf einer schiefen Ebene

α) ein Körper vom Gewichte G, so ist die Kraft, welche ihn in der gegebenen Richtung in Beschleunigung versetzt, nur ein Theil des Gewichtes G, und zwar gerade der sovielte Theil des Gewichtes, als h (d. i. die Höhe der schiefen Ebene) in l (d. i. in der Länge der schiefen Ebene) enthalten ist, also, wenn die schiefe Ebene $\frac{1}{10}$ Steigung hat, $\frac{1}{10}$ G.

Somit kann ein Körper auf der schiefen Ebene nur eine Beschleunigung annehmen, welche $\frac{1}{10}$ der Fallbeschleunigung, d. i. $\frac{1}{10} \cdot 9{,}8$ Meter beträgt.

Es ist also

$P = \frac{h}{l} G$ und die Beschleunigung auf der schiefen Ebene

$p = \frac{h}{l} g.$

Ein fallender Körper legt daher auf der schiefen Ebene bloß einen Weg zurück, der so groß als die Höhe (h) ist, während er in der nämlichen Zeit lothrecht durch eine Linie, die so lang als l ist, fallen würde.

β) Befindet sich auf der Ebene eine Last Q, so ist, da die Kraft, welche die Last in der Richtung der Ebene abwärts zieht $= \frac{h}{l} Q$, ist die Kraft P, um ihn im Gleichgewichte zu halten, ebenfalls

$P = \frac{h}{l} Q$, d. h.

die Kraft verhält sich zur Last, wie die Höhe der schiefen Ebene zur Länge.

Digitized by Google

IV. Die Hinderniſſe der Bewegung ſind doppelter Art:

1) die Trägheit der Maſſe und

2) folgende Widerſtände, als:

a) die Reibung,

b) die Steigung,

c) die Kurven,

d) die Steifigkeit der Seile und

e) der Widerſtand des Mittels (des Waſſers und der Luft).

ad 1) Je mehr Materie bewegt werden muß, deſto mehr Kraft iſt nothwendig, um ſie in dieſelbe Geſchwindigkeit zu verſetzen, wie eine kleinere Maſſe.

Dieſelbe Kraft auf verſchiedene Körper wirkend theilt ihnen alſo zwar Geſchwindigkeiten mit, welche ſich aber umgekehrt wie ihre Maſſen (Quantität der Materie, aus der ſie beſtehen) verhalten, z. B. erhält eine 10mal größere Maſſe auch nur $\frac{1}{10}$ Geſchwindigkeit einer andern von derſelben Kraft bewegten Maſſe.

Das Produkt, welches man erhält, wenn man die Maſſe eines Körpers mit ſeiner Geſchwindigkeit multiplizirt, heißt Quantität der Bewegung.

Iſt ein Körper einmal in Bewegung, ſo würde ſeine Bewegung immer fortdauern, wenn keine Hinderniſſe entgegenſtünden, die Kraft wirkt alſo momentan, die Wirkung aber iſt eigentlich immerwährend.

ad 2) Widerſtände.

a) Die Reibung.

α) Die Größe der zwiſchen zwei Körpern ſtattfindenden Reibung hängt nicht ſo ſehr von der Größe der reibenden Flächen und von der Geſchwindigkeit ab, als vielmehr:

von der Größe des Druckes und

von der größern oder geringern Rauhigkeit der Körper, alſo auch von der die Unebenheiten ausfüllenden Schmiere.

β) Der Reibungswiderſtand iſt immer ein beſtimmter Bruchtheil des Druckes, welcher nach Verſchiedenheit der ſich verreibenden Körper verſchieden, und zwiſchen gleichartigen Körpern größer iſt als bei ungleichartigen.

Digitized by Google

Dieſer Reibungskoeffizient iſt

	Während der Bewegung					Im Anfange der Bewegung	
	beim Zuſtande der Oberfläche						
	trocken	mit Waſſer benetzt	mit Olivenöl	Talg	trockene Seife	trocken	geſchmiert
αα) für die gleitende Reibung:							
Holz auf Holz: kleinſte	0,20	0,25	—	0,06	0,14	doppelt.	dreifach.
Holz auf Holz: mittlere	0,36		—	0,07	0,15		
Holz auf Holz: größte	0,28		—	0,08	0,16		
Metall auf Metall: kleinſte	0,15	0,31	0,06	0,07	0,20	gleich.	doppelt.
Metall auf Metall: mittlere	0,48		0,07	0,07			
Metall auf Metall: größte	0,24		0,08	0,11			
Holz auf Metall: kleinſte	0,20	0,24	0,05	0,06	0,20	1½mal größer	
Holz auf Metall: mittlere	0,42		0,06	0,08			
Holz auf Metall: größte	0,62		0,08	0,10			
Hanfſeile auf Holz	0,45	0,33	—	—	—		
„ „ Eiſen	—	—	0,15	0,19	—		
Sohlenleder flach	0,54	0,36	0,16	0,20	—		
„ hochkantig für Linderungen	0,34	0,31	0,14	0,17	—		
ββ) für Zapfen- (od. Achſen-) Reibung:							
Glockengut auf Glockengut (Bronce)	—	—	0,097				
Eiſen auf Gußeiſen	—	—	0,075				
Eiſen auf Schmiedeiſen	0,251	—	0,075				
Gußeiſen auf Gußeiſen	—	—	0,075				
Schmiedeiſen auf Gußeiſen	—	—	0,075				

γγ) für die rollende (wälzende) Reibung:

Sie iſt viel geringer als die gleitende Reibung. Sie nimmt ab, ſowie der Durchmeſſer der Rollen zunimmt, daher der Vortheil hoher Wagenräder und dünner Achſen.

Die Reibungs-Koefficienten für

Digitized by Google

Fuhrwerke sind (bei Reifbreite von 4 Zoll und einer Achsenstärke von 2½ Zoll, und Achsenreibung 0,065)	Bei einer Radhöhe von		
	3 Fuß	4 Fuß	5 Fuß
auf Schotterstraßen:			
sehr guter	$\frac{1}{45}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{60}$
guter, feuchter und staubiger	$\frac{1}{34}$	$\frac{1}{35}$	$\frac{1}{47}$
sehr harter	$\frac{1}{42}$	$\frac{1}{43}$	$\frac{1}{57}$
sehr weicher	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{25}$
auf Sandsteinpflaster:			
sehr gutem	$\frac{1}{62}$	$\frac{1}{65}$	$\frac{1}{86}$
gewöhnlichem	$\frac{1}{57}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{80}$
schlechtem	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{46}$	$\frac{1}{61}$
auf Brückenbahn von Holz	$\frac{1}{42}$	$\frac{1}{45}$	$\frac{1}{69}$
auf gewöhnlichen Landstraßen in mittelgutem Zustande	$\frac{1}{25}$		
auf Eisenbahnen	$\frac{1}{200}$		

γ) Aus dem Normaldrucke Q eines Körpers gegen seine Stütze und aus dem Reibungskoeffizienten f folgt die Größe der Reibung F = die Kraft, mit welcher dieselbe jeder Bewegung entgegen wirkt, und es ist also $F = f\,Q$.

Ist s der relative Weg des Körpers auf seiner Stützfläche, so hat man die zur Zurücklegung dieses Weges zu verwendende Arbeit, nämlich $L = f\,Q\,s$.

Z. B. um eine Last von 80 Ztr. durch einen Frachtwagen auf horizontaler Schotterstraße fortzuschaffen, ist bei gutem und trockenem Zustande der letzteren und bei 48 Zoll Radhöhe die nöthige Zugkraft $P = \frac{1}{35}\,8000 = 228\,\frac{20}{35}$ ℔.

NB. Durch Friktionsräder wird die gleitende Reibung in eine rollende verwandelt, und so der Bewegungswiderstand verändert

b) die Steigung.

Dieser Widerstand beträgt den sovielten Theil der zu be-

Digitized by Google

wegenden Last, als die Steigung (d. h. als die Länge in der Höhe enthalten) ist, somit $P = \frac{h}{l} Q$

(vide oben sub II. 2 über schiefe Ebenen).

Anmerkung. Bei Eisenbahnen und Straßen ist sowohl beim Aufwärts- als auch beim Abwärtsziehen einer Last Steigung und Reibung nebeneinander der Art zu berücksichtigen, daß die Reibung (f) für das Aufwärtsziehen einer Last zum Werthe für die Steigung $\left(\frac{h}{l} Q\right)$ addirt, für das Abwärtsziehen von der aus dem Gewichte der Last Q resultirenden abwärtstreibenden Kraft $\left(\frac{h}{l} Q\right)$ aber abgezogen wird.

Da die Reibungsgröße $= f Q$ ist, so ist also die Kraft zum Aufwärtsziehen $P = f . Q - \frac{h}{l} Q$

zum Abwärtsziehen $P' = f . Q - \frac{h}{l} Q$ z. B.

α) für eine Straße von 4% Steigung, d. i. eine solche, die sich auf 100 Fuß Länge um 4 Fuß erhebt, ist die Kraft P,

αα) wenn die Straße mittelmäßig, d. h. $f = \frac{1}{25}$ ist:

zum Aufwärtsziehen $= \frac{1}{25} Q + \frac{4}{100} Q = \frac{2}{25} Q$

zum Abwärtsziehen $= \frac{1}{25} Q - \frac{4}{100} Q = 0$

Man hat also bei 4% Steigung zum Aufwärtsziehen eine doppelt so große Zugkraft nöthig als auf horizontaler Straße, während zum Abwärtsfahren gar keine Kraft erforderlich ist.

ββ) Wenn die Straße sehr gut, d. h. $f = \frac{1}{50}$ ist, so ist die Kraft

zum Aufwärtsziehen $P = \frac{1}{50} Q + \frac{1}{25} Q = \frac{3}{25} Q$

zum Abwärtsziehen $P' = \frac{1}{50} Q - \frac{1}{25} Q = \frac{1}{50} Q$ d. h. man muß noch mit $\frac{1}{50}$ aufwärtsziehen, damit der Wagen nicht rückwärts lauft.

Also je besser die Straße, desto größeren Einfluß haben die Steigungen auf die Vermehrung der Zugkraft.

β) Bei Eisenbahnen von ½ % Steigung hat man (da hier $f = \frac{1}{200}$ ist)

$P = \frac{1}{200} Q + \frac{1}{200} Q = \frac{1}{100} Q$

$P' = \frac{1}{200} Q - \frac{1}{200} Q = 0$

Digitized by Google

Bei Steigungen von $^1/_2$% ist also auf Eisenbahnen der Wagen schon daran zurückzulaufen, wogegen zum Berganfahren doppelt so viel Kraft nöthig ist als bei horizontaler Bahn.

c) Kurven. Die Berechnung ihres Widerstandes ist komplizirt und wird hier übergangen.

d) Der Steifigkeitswiderstand S eines um eine Rolle geschlungenen Seiles ist

(wenn q die zu hebende Last,
d die Seildicke,
r den Halbmesser der Rolle,
k den Koeffizient = (für österr. Maß = 0,5 / für bad. Maß = 0,558)
bezeichnet)

$$S = \frac{Q.d^2}{r} k$$

e) Der Widerstand des Mittels gegen die Bewegung ist um so größer, je größer

α) die Dichtigkeit der Flüssigkeit, und je größer

β) die anstoßende Fläche des Körpers ist, und je größer

γ) die Geschwindigkeit ist, mit welcher sich die anstoßenden Körper begegnen, so zwar daß dieser Widerstand mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zunimmt.

Der Luftwiderstand beträgt bei einem Eisenbahnzuge ungefähr: für die Lokomotive auf je 1 □ Meter Stoßfläche

bei 1 Meter Geschw. = 0,122 kg.
bei 12 Meter Geschw. = 144.0,122 = 17,6 kg.

für die angehängten Wagen ca. 40% hievon, z. B. ist der Luftwiderstand eines Eisenbahnzuges, dessen Stirnfläche der Lokomotive 8 □ Meter und dessen Stirnfläche der 12 Waggons je 4 □ Meter = 48 □ Meter beträgt bei einer Geschwindigkeit von 10 Meter

α) für die Lokomotive = $0{,}122.8.10^2$ = 97,6 kg.
β) für 12 Wagen = $0{,}4.0{,}122.12.4.10^2$ = 234,24 kg.
also zusammen 331,30 kg.

Die zur Ueberwindung dieses Widerstandes verbrauchte sekundliche Arbeitsgröße ist P.v = 332.10 = 3320 km. = 44,3 Pferdekräfte.

Digitized by Google

Um den nämlichen Wagenzug mit nur 1 Meter Geschwindigkeit zu bewegen, wäre wegen des Luftwiderstandes nur ein Effekt $= \frac{44.3}{1000} = 0{,}04$ Pferdekraft nothwendig.

V. Die Wirkung.

1) Ist P die Größe einer Kraft,
s der während der Krafteinwirkung zurückgelegte Weg,
v der sekundliche Weg,
L die Arbeit (d. i. die Leistung der Kraft), so bezeichnet
P s allgemein die verrichtete Größe der Arbeit = die Wirkungsgröße,

$L = P s$.

Die Arbeit ist also abhängig:
von der Größe des überwundenen Widerstandes (z. B. der gehobenen Last), und
von der Größe des Weges, auf welchem der Widerstand bewegt (z. B. die Last gehoben) wurde.

Eine 2mal oder 3mal größere Kraft ertheilt der nämlichen Masse in gleicher Zeit auch eine 2mal oder 3mal größere Geschwindigkeit.

Es verhalten sich daher die Kräfte wie die ertheilten Geschwindigkeiten.

Soll hingegen die 3mal, 4mal größere Masse die nämliche Geschwindigkeit erhalten, wie die einfache Masse, so erfordert es auch eine 3mal oder 4mal größere Kraft.

Es verhalten sich also die Kräfte auch wie die bewegten Massen.

Soll aber eine 3mal größere Masse auch noch in die 4fache Geschwindigkeit versetzt werden, so ist hingegen eine $3 \times 4 =$ 12fache Kraft nöthig.

Die bewegende Kraft verhält sich darum wie die Produkte der Massen und Geschwindigkeiten.

Da die Wirkung einer jeden Kraft entweder ein Druck oder ein Zug ist, und Beides durch ein Gewicht hervorgebracht werden kann, somit die Gewichte das Maß der Kräfte sind, und da der Ausdruck für die Arbeit ein Produkt aus Gewicht und Längenmaß (Fuß oder Meter) ist, so

Digitized by Google

nennt man die bei Ueberwindung von einem Widerstande von 80 ℔ auf 100 Fuß, oder 60 kg. auf 50 Meter Weg verrichtete Arbeit

$$= P s = 80.100 = 8000 \text{ Fußpfund},$$
$$P s = 60.50 = 3000 \text{ Kilogrameter (Km.)}$$

Um größere Leistungen zu bezeichnen, hat man den Ausdruck Pferdekraft gewählt,

d. i. eine Kraft, welche

76 kg. in 1 Sek. 1 Meter hoch hebt = 76 Klgrmeter.
oder 500 bad. ℔ „ 1 „ 1 bad. Fuß „ „ = 500 bad. Fußpfd.
oder 430 W. ℔ „ 1 „ 1 W. „ „ „ =
resp. 215 W. ℔ „ 1 „ 2 W. „ „ „ =
86 W. ℔ „ 1 „ 5 W. „ „ „ =
43 W. ℔ „ 1 „ 10 W. „ „ „ = } 430 Wiener Fußpfund.
215 W. ℔ „ 2 „ 1 W. „ „ „ =
86 W. ℔ „ 5 „ 1 W. „ „ „ =
43 W. ℔ „ 10 „ 1 W. „ „ „ =

Eine Leistung von P s ist also $= \frac{Ps}{75}$ z. B. 3750 Kgmeter sind $= \frac{3750}{75} = 50$ Pferdekräfte.

2) Ist M die Masse eines Körpers,
G das Gewicht eines Körpers,
g die Beschleunigung seiner Schwere,
P die Kraft, welche einer Masse die Acceleration p (g) ertheilt, so hat man

die Masse dieses Körpers $= M = \frac{G}{g} = \frac{G}{9{,}81}$ Meter $=$ 0,1019 G Meter, sowie umgekehrt

das Gewicht dieses Körpers $G = M g = 9{,}81\ M$

$$P = M p = \frac{p G}{g}$$
$$p = \frac{P}{M} = \frac{P}{G} g.$$

3) Die durch das Gewicht G eines Körpers gemessene an ihm wirksame Schwerkraft erzeugt eine Beschleunigung $g =$ 9,8 Meter.

Digitized by Google

Eine andere beständige Kraft P erzeugt eine andere Beschleunigung p und es verhält sich somit

$$p : g : P : G,$$

woraus man erhält:

die Größe der Beschleunigung $p = \frac{P}{G} \cdot g$

„ „ „ Kraft $P = \frac{p}{g} G.$

Um eine Masse M aus der Geschwindigkeit c in die Geschwindigkeit v zu versetzen ist die Arbeit

$$L = P s = \left(\frac{v^2 - c^2}{2}\right) M = \left(\frac{v^2 - c^2}{2g}\right) G = \left(\frac{v^2}{2g} - \frac{c^2}{2g}\right) G.$$

Umgekehrt kann die Masse selbst diese Arbeit verrichten, wenn sie gezwungen wird ihre Geschwindigkeit v in c umzusetzen. Denn ein in Bewegung versetzter Körper verrichtet immer eine Arbeit, weil er eine sogenannte lebendige (aufgespeicherte) Kraft hat, die er auf seinem Wege an die vorkommenden Widerstände absetzt.

Die Größe dieser Kraft (Wirkungsfähigkeit) des bewegten Körpers ist um so größer,

je größer seine Masse (sein Gewicht), und

je größer seine Geschwindigkeit ist, indem

$P s = \frac{G}{2} \cdot \frac{c^2}{g}$ ist (wo G das Gewicht des Körpers, g die Beschleunigung resp. Verzögerung durch die Schwere bezeichnet).

Ein doppelt so schnell bewegter Körper übt die 4fache Wirkung aus.

Ein bewegter Körper, der mit einer Geschwindigkeit c abgeht, braucht, bis er zur Ruhe gelangt (bis die lebendige Kraft erschöpft ist), den

Weg $s = \frac{c^2}{2p}$

2) Insbesonders von der Bewegung der Flüssigkeiten.

I. Bei fortwährend gleichem Drucke ist

1) Die Ausflußgeschwindigkeit von Flüssigkeiten im Allgemeinen = der Geschwindigkeit, welche ein freifallender Körper

Digitized by Google

erlangen würde, wenn er von dem Spiegel der Flüssigkeit bis zur Ausflußöffnung (welchen Weg man mit h bezeichnen kann) herabfallen würde, also

ist $v = \sqrt{2\,g\,h} = \sqrt{2.9{,}8.h\ \text{Meter}} = \sqrt{19{,}62\ h\ \text{Meter}}$,

sowie umgekehrt $h = \frac{v^2}{2\,g}$ ist. Daraus folgt:

a) daß die Ausflußgeschwindigkeit nur von der Tiefe der Oeffnung unter dem Niveau (resp. Drucke), aber nicht von der Natur der Flüssigkeit abhängt, weßhalb Wasser und Queckſilber (bei gleichen Druckhöhen) gleich schnell ausfließen;

b) daß sich die Ausflußgeschwindigkeit wie die Quadratwurzeln der Druckhöhen verhalten, weßhalb Wasser aus einer Oeffnung, welche 100 Fuß unter dem Wasserspiegel ist, mit 10mal größerer Geschwindigkeit ausfließt, als aus einer andern, welche nur 1 Fuß unter dem Niveau liegt.

Anmerkung. Da bei der Luft die Druckhöhe h nicht so wie beim Wasser unmittelbar gemessen werden kann, so muß ihre Größe erst gesucht werden. Die Luft wiegt im gewöhnlichen Zustande pr. 1 Kubikfuß (bad.) $\frac{54.32}{770} = 2{,}2$ Loth; pr. 1 Kubikmeter = 1,3 kg.

Die Größe des atmosphärischen Luftdruckes beträgt am Niveau des Meeres 28 pariser Zoll und 1—2 Linien, nimmt aber wegen der Elastizität der Luft mit der Erhebung über das Niveau des Meeres (nach dem Mariottischen Gesetze) ab, und zwar per je 75 pariser Fuß Erhebung ungefähr 1 Linie, so daß die Luft in einer Höhe von 18000 Fuß nur noch ungefähr die $\frac{1}{2}$ Dichte, resp. Gewicht hat.

Wien z. B. hat die Lage über dem Meere

	Pariser Fuß		Zoll
	= 450	bei Barometerstand	27,8
München . . .	1658	„ „	26,5
Hospiz auf Bernhard	1756	„ „	21

Der mittlere Druck der Atmosphäre auf irgend eine Fläche ist also = dem Drucke, d. i. dem Gewichte

einer 28 pariser Zoll
„ 25 1/3 bad. Zoll
„ 76 Centimeter
„ 29 preuß. Zoll
„ 28,7 Wiener Zoll

} hohen Queckſilbersäule.

Digitized by Google

oder (da das Queckſilber 13,6mal ſchwerer iſt als Waſſer) gleich dem Gewichte

einer 13,6.0,76 = 10,336 Meter
" 31,73 pariſer Fuß
" 34,44 bad. Fuß
" 32,84 rhein. oder preuß. Fuß
} hohen Waſſerſäule

Da 1 Kubikmeter Waſſer 1000 kg.
" 1 bad. Kubikfuß 54 ℔
} wiegt,

ſo iſt alſo der mittlere atmoſphäriſche Druck

auf 1 □ Meter = 10336 kg.
" 1 □ Centimeter = 1,0336 kg.
" 1 bad. □ Fuß = 1860 ℔, d. i. auf 1 bad. □ Zoll $18\frac{1}{2}$ ℔.
" 1 Wiener □ Fuß = 1840 ℔.
" 1 Pariſer □ Fuß = 2230 ℔.
} bad. oder Zollgewicht.

Zur Reduktion der atmoſphähriſchen Maße dient folgende Tabelle

1 Atmoſphäre iſt = 28 pariſ. Zoll = 15,01 pariſ. ℔ auf 1 □ Zoll,
0,03571 " " = 1 " = 0,5361 " " "
0,06661 " " = 1,865 " = 1 " " "

alſo entſpricht eine Queckſilberſäule von h Zoll
0,03571.h Atmoſphäre
= 0,5361 h ℔ Druck.

Die Druckhöhe iſt beim Einſtrömen von Luft von atmoſphäriſcher Spannung

α) in einem luftleeren Raume = 8008 Meter, weil der mittlere atmoſphäriſche Druck einer Waſſerſäule von 10,4 Meter (32 Fuß) das Gleichgewicht hält, die Luft aber 770mal weniger dicht (leichter) iſt als das Waſſer, ſomit einer Luftſäule, welche durchweg dieſelbe Dichtigkeit (mittlere atmoſphäriſche Spannung) hat: ſo daß eine Luftſäule 770 × 10,4 = 8008 Meter Höhe haben müßte, um dem Drucke der Atmoſphäre das Gleichgewicht zu halten.

Wenn die Luft aus einem Behälter, in welchem ſie nur durch den Druck einer halben Atmoſphäre komprimirt iſt, in einem leeren Raume ausſtrömt, ſo iſt die Ausflußgeſchwindigkeit (die Geſchwindigkeit des Einſtrömens) doch eben ſo groß, wie im vorigen Falle, nämlich = 396 Meter, weil die ausfließende Luft nur halb ſo dicht iſt.

Somit iſt die Ausflußgeſchwindigkeit der Luft für alle Fälle, in welchen Luft in einen luftleeren Raum einſtrömt,

Digitized by Google

mag die einströmende Luft was immer für eine Preſſung (Dichtigkeit) haben, ſtets dieſelbe, nämlich $v = \sqrt{2.9,8.808} = 396$ Meter per Sekunde.

β) Wenn die Luft (von atmoſphäriſcher oder was immer für einer Spannung) nicht in einen vollkommen luftleeren, ſondern in einen nur luftverdünnten Raum ſtrömt:

ſo iſt die Druckhöhe (h) = der Differenz beider Luftdichtigkeiten, und es iſt ſomit auch die Geſchwindigkeit der Bewegung der Luft von der Differenz beider Spannungen (welche hier mit H bezeichnet wird) abhängig, alſo $v = \sqrt{2gH}$. Iſt alſo z. B.

die Spannung der ſtrömenden Luft gleich der einer Atmoſphäre, reſp. die Atmoſphäre ſelbſt alſo = einer Luftſäule durchaus mittlern atmoſphäriſchen Druckes von der Höhe per 8008, die Spannung der verdünnten Luft aber nur = $^1/_4$ Atmoſphäre, d. i. einer Luftſäule durchaus mittleren atmoſphäriſchen Druckes von einer Höhe per 2002 Meter, ſo wäre die Differenz beider Spannungen (d. i. H = 6006 Meter) ſomit

$$v = \sqrt{2.g.6006\ \text{Meter}} = \sqrt{19,62.6006\ \text{Meter}}.$$

Iſt die eine Spannung z. B. im oben beantragten Reſervoir nur = $^1/_2$ Atmoſphäre, ſomit gleich einer Luftſäule von 4004 Meter,

die andere Spannung z. B. in dem oben beantragten Luftverdünnungscilinder nur $^1/_4$ Atmoſphäre

= einer Luftſäule von 2002 Meter,

ſo iſt die Differenz H = 2002 Meter,

ſomit

$$v = \sqrt{2.g.2002\ \text{Meter}}.$$

2) Die Menge (M) von Flüſſigkeiten, welche aus einer Oeffnung in einer gegebenen Zeit ausfließt, hängt von der Größe der Oeffnung (D) und von der Ausflußgeſchwindigkeit ab.

Es iſt nämlich $M = D\sqrt{2gh} = Dv$.

Die wirkliche Ausflußmenge iſt aber theils wegen der Zuſammenziehung des ausfließenden Strahles, theils wegen des durch die Reibung und Adhäſion an den Wänden erleidenden Geſchwindigkeitsverluſtes ſtets geringer als jene theoretiſche, und zwar beträgt

Digitized by Google

a) für Wasser der Contractions-Koefficient ungefähr 0,64
der Geschwindigkeits- „ „ 0,97

also der Ausfluß-Koefficient $0,64 \times 0,97 = 0,6208$
somit die wirkliche Ausflußmenge $M = 0,62\ D\ kg\ h$ ist,

b) für Luft ist der Ausfluß-Koefficient = 0,64 und ist daher mit der theoretischen Ausflußmenge zu multipliciren, um die wirkliche Ausflußmenge zu erhalten.

Durch cilindrische Ansatzröhren, welche 2—3mal so lang als weit sind, oder durch konische Ansatzröhren kann aber die Contraction vermindert und somit der Ausflußkoefficient bis 0,8 oder 0,9 gesteigert werden.

Auch beim Durchflusse durch Leitungen ist der Seitendruck der Flüssigkeiten auf die Wände der Röhren und Kanäle oder anderer Gefäße, durch die sie sich bewegen, ein Hinderniß ihrer Bewegung, und zwar ist die Reibung und somit der Geschwindigkeitsverlust in einer kleinen Röhre verhältnißmäßig viel größer als in einer größern.

Deßhalb ist die Bewegung des Wassers an den Ufern und am Boden geringer als in der Mitte, so zwar, daß die mittlere Geschwindigkeit eines Wassers in einem Kanale, welcher theoretisch (wenn D' den Querschnitt des Kanales und M die Wassermenge und V den Stromstrich, d. h. die Geschwindigkeit in der Mitte der Oberfläche bezeichnet) $v = \frac{M}{D'}$ wäre, in der Wirklichkeit nur $v = 0,83\ V$ ist; die per Sekunde durch das Flußbett geflossene Wassermenge ist also $M = 0,83\ V.D'$.

Ist die wirkliche sekundliche Ausflußmenge
$M = 0,62\ D\sqrt{2\,g\,h}$,
so ist die Ausflußmenge in t Sekunden (M)
$\mathfrak{M} = M.t = 0,62\ t\ D\sqrt{2\,g\,h}$.
Daher ist

3) der Querschnitt der Oeffnung

$$D = \frac{M}{0,62\sqrt{2gh}}$$

Digitized by Google

4) die Druckhöhe

$$h = \frac{M^2}{0{,}62^2 D^2 2g} = \frac{v^2}{2g}.1{,}1;$$

5) die Zeit $t = \frac{\mathfrak{M}}{M}$

II. Unter abnehmendem Drucke (z. B. wenn ein Gefäß, aus welchem Wasser ausfließt, keinen Zufluß erhält oder wenn in einem luftleeren Gefäße, in welches die Luft einströmt, die Luft nicht in gleichem Maße verdünnt wird) ist

1) die Ausflußgeschwindigkeit der Flüssigkeit (Wasser oder Luft) immer abnehmend, bis sie am Ende, wenn das Gefäß leer resp. voll ist, zu Null wird.

Die Flüssigkeit macht darum hier eine gleichförmig verzögerte Bewegung, und während der Zeit, in der das Gefäß leer wird, würde aus einem beständig voll erhaltenen Gefäße die nämliche Flüssigkeitsmenge ausfließen, die der halben Anfangsgeschwindigkeit hier gleich ist, daher ist

2) die Flüssigkeitsmenge, welche in der Zeit, in der sich der Behälter leert, ausfließt, gerade halb so groß als die Menge, welche in der nämlichen Zeit aus dem Gefäße fließen würde, wenn es beständig voll erhalten würde.

Es ist darum die durchschnittliche Flüssigkeitsmenge per Sekunde $M = \frac{0{,}62 D V 2gh}{2}$

Daraus ergiebt sich

3) daß die nöthige Zeit zum Entleeren des Gefäßes gerade das Doppelte der Zeit ist, in welcher eine gleichgroße Flüssigkeitsmenge aus der nämlichen Oeffnung bei vollerhaltenem Gefäße fließen würde.

b) Von der Erzielung einer Bewegung mittels verdünnter Luft, resp. mittels des Druckes der atmosphärischen Luft.

Bewegung kann mittels verdünnter Luft nur durch Mitwirkung des Druckes der Atmosphäre hervorgebracht, sowie auch umgekehrt der Druck der Atmosphäre nur durch Luftverdünnung zur Bewegung wirksam gemacht werden kann.

Digitized by Google

Eine Bewegung wird mittels dieſer vereinten Wirkſamkeit erzielt

I. dadurch, daß wegen der Verdünnung der Luft in einem Hohlkörper dieſer ſo erleichtert wird, daß er ſich in der Atmoſphäre erhebt und in derſelben ſchwimmt, und ſo zur Luftſchiffahrt, zum Fliegen u. dgl. tauglich wird.

Wegen der geringen Tragungsfähigkeit der atmoſphäriſchen Luft kann aber die Luftſchiffahrt offenbar eine nur ſehr beſchränkte Anwendbarkeit erlangen.

Viel erfolgreicher iſt

II. die Erzielung einer Bewegung der atmoſphäriſchen Luft ſelbſt und die Mittheilung dieſer Bewegung an andere Körper.

Sowie das Waſſer zur Hervorbringung einer Bewegung erſt durch ſeinen Fall wirkſam wird, ſo wird es auch die atmoſphäriſche Luft erſt durch ihr Strömen in einen luftverdünnten Raum, und ſo wie der Fall des fließenden Waſſers, ſo kann auch die Bewegung der Luft andern Körpern mitgetheilt werden.

1) Eine Bewegung der Luft wird ſchon durch die bloße Geſtattung des Zufluſſes der dichtern (ſchwerern, geſpanntern) Luft in eine dünnere Luft erzielt, indem die atmoſphäriſche Luft von ſelbſt in den Raum, wo ſich dünnere Luft befindet, ſtrömt, und kompromirte Luft in einen Raum mit dünnerer Luft zu kommen ſtrebt.

Dieſe Bewegung iſt nach den eben angeführten Grundſätzen zu beurtheilen. Es iſt alſo

a) ihre Geſchwindigkeit $v = \sqrt{2gH}$,

b) die Menge der dabei in einer Sekunde ſtrömenden, d. h. der dichtern ſich mit dünnerer Luft vereinigenden Luft $M = D\sqrt{2gH}$,

c) der dazu erforderliche Querſchnitt der Oeffnung zum Einſtrömen $D = \frac{M}{0{,}64}\sqrt{2gH}$,

d) der dazu erforderliche Druck = die Differenz der Spannung $H = \frac{M^2}{0{,}64^2 D^2 2g}$

e) die dazu erforderliche Zeit $t = \frac{\mathfrak{M}}{M}$

Digitized by Google

2) Zur Mittheilung der Bewegung der Luft und zwar
   a) Zur Erzielung einer fortschreitenden Bewegung eines andern Körpers (wobei ich vorzüglich Eisenbahnen vor Augen habe, indem sich daraus die Einrichtung zu andern fortschreitenden Bewegungen von selbst ergiebt), schlage ich zweierlei Mittel vor, nämlich:
      α) eine Röhre mit folgendem Apparate:
         1) Auf einer gewöhnlich gebauten Eisenbahn wird zwischen die Bahnschienen — jedoch nicht in der Mitte, sondern auf einer der beiden Seiten — eine gußeiserne Röhre gelegt, welche einen der erforderlichen Triebkraft entsprechenden Durchmesser und eine der Entfernung zweier Stationsplätze, z. B. einer Meile entsprechende ununterbrochene Länge, und in Distanzen von je ca. 240 Fuß (bei Steigungen aber von geringern Distanzen) unterhalb kleine Oeffnungen von der Gestalt und Größe hat, daß die Stirne eines sich in der Richtung der Röhrenlänge drehenden Wellrades von etwa 3 Fuß Durchmesser so hineinpaßt, daß sie in der Röhre ungefähr 1/4 Zoll vorspringt.
         2) Bei diesen Oeffnungen wird jene mit 2 ungefähr 1½ Fuß von einander entfernten, auf der Stirne gezahnten Radscheiben (wovon die eine etwas größer ist als die andere) versehene Welle so angebracht, daß die größere Radscheibe in der Mitte zwischen den beidseitigen Eisenbahnschienen, die kleinere in die Oeffnung der Röhre zu stehen und die Welle auf einer an die Röhre theils angegossenen, theils luftdicht angeschraubten Unterlage, die zugleich eine luftdicht schließende Umhüllung der kleinern Radscheibe bilden muß, zu ruhen kommt, und zwar der Art, daß nur die eine Hälfte der Länge der Achse mit dem bei der kleinern Radscheibe befindlichen Ende der Welle in dem angegossenen Theile der Umhüllung aufliegt, der andere Stütz-

Digitized by Google

punkt der Welle aber zwischen den beiden Radscheiben zunächst an der größern auf dem angeschraubten Theile der Umhüllung zu liegen kommt. So wird die kleinere Radscheibe luftdicht eingehüllt, während die größere an derselben Achse befindliche Radscheibe vorspringt und frei in der Mitte beider Eisenbahnen liegt.

3) In die Röhre kommt ein luftdicht schließender Kolben (Piston), dessen untere Seite dem gedachten Vorsprunge des in die Röhre hineinreichenden Rades entsprechend gezahnt ist, und der eine auf gleiche Weise gezahnte auf Rollen laufende Stange von wenigstens 240 Fuß Länge nach sich zieht, und eine gleiche Stange vor sich herschiebt. Die vorgeschobene Stange ist aber an ihrem äußersten vordern Ende elastisch, und wird erst allmählig fester und gezahnt.

4) In der Mitte zwischen den Rädern der Wagen des auf der Eisenbahn stehenden (ca. 240 Fuß langen) Bahnzuges hängt an Federn unterhalb an den Wagen ein Balken (resp. Balkensystem) von wenigstens 240 Fuß Länge, welcher auf der Stirne der größern Radscheibe aufliegt, und nöthigenfalls mit Federkraft noch mehr aufgedrückt oder auch davon entfernt werden kann.

In den Balken ist eine gezahnte Eisenstange so eingelassen, daß sie nach Belieben in der Tiefe des Balkens vor- und rückgeschoben werden kann, je nachdem sie nach Maßgabe der Steigungen in die Zähne des Triebrades (der größern Radscheibe) eingreifen soll oder nicht.

5) Die vor- und rückwärts hermetisch verschließbare Röhre ist entweder an ihren Endpunkten oder an der Stelle ihrer Verbindung mit dem Reservoir mit einem Regulator der Geschwindigkeit resp. des Luftdruckes oder der Luftverdünnung zu versehen.

Digitized by Google

6) An beiden Enden der Röhre befinden sich die mit ihr in Verbindung stehenden Stations-Reservoir. Die Wirkungsweise ist nun folgende:

Die Luft in der an beiden Seiten verschlossenen Röhre wird entweder gemeinschaftlich mit dem Reservoir oder allein oder durch dieses verdünnt, sonach die Verbindung der Röhre mit dem Reservoir der Abfahrtsstation abgesperrt, die Verbindung der Röhre mit dem Reservoir der andern Station aber geöffnet. In Folge dessen wird der Kolben durch den Luftdruck in der Röhre vorwärts getrieben, wodurch auch die auf seinem Wagen vorspringenden Triebräder nach einander und mit ihnen auch der auf dem größern Triebrade ruhende Balken (Stange), folglich auch der Wagenzug bewegt werden. Während so der Kolben und der Wagenzug vom 1. zum 2. Triebrade kommt, erreicht die vom Kolben vorgeschobene Stange auch das nächste (dritte) noch ruhende Triebrad, und theilt ihm allmählig eine solche Bewegung mit, daß die Geschwindigkeit des nachkommenden Kolbens resp. Wagens ohne Gefahr eines zu großen Stoßes auf das innere und äußere (kleinere und größere) Triebrad gelangt und so fort.

7) Soll der Zug auf dem Wege plötzlich zum Stehen gebracht werden, so wird in großen Gefahren der Druck des Balkens auf das Triebrad durch Einhebung desselben aufgehoben, der Zug gebremst und dem Kolben der freie Lauf gelassen.

Ist die Hemmung des Zuges nicht so dringend, so wird mittels eines längs der Röhre von einer Station zur andern angebrachten elektrischen oder auch andern Drahtes einerseits für die Schließung der Röhre auf Abfahrtsstationen, andererseits für die Aufhebung der Verbindung der Röhre mit dem allenfalls noch offenen Reservoir.

Digitized by Google

8) Bei der folgenden Station angelangt, öffnet die vom Kolben vorgeschobene Stange, nachdem sie zuvor die Verbindung zwischen Röhre und Reservoir geschlossen hat, den Schluß der Röhre von selbst, in Folge dessen durch den entgegengesetzten Luftdruck der Kolben in Ruhe kommt. Der Stillstand kann auch durch die bloße Aufhebung der Verbindung der Röhre mit dem Reservoir erzielt werden, indem die Zusammenpressung der vor dem Kolben befindlichen verdünnten Luft der Fortbewegung des Kolbens ebenfalls Widerstand leistet.

Anmerkung. Um die Kraft und Wirkung einer solchen Bewegungsverrichtung einigermaßen beurtheilen zu können, mögen folgende Bemerkungen dienen, und zwar

I. bezüglich der bewegenden Kraft . . . = P z. B.

1) Ist der Durchmesser der Triebröhre . . = d 16 Zoll
die Länge derselben . . . . . = l 24,000 Fuß
so ist:
ihr Querschnitt . . . . . = a 201,06 □ Zoll
ihr Umfang . . . . . = π 50,265 Z.

Denn

ein Durchmesser von Meter, Fuß, Zoll u. dgl.	gibt	einen Kreisinhalt von Mtr., Fuß, Zoll u. dgl.	und einen Kreisumfang von Mtr., Fuß, Zoll u. dgl.
1	"	0,7854	3,1416
2	"	3,1416	6,2832
3	"	7,0686	9,4248
4	"	12,535	12,566
5	"	19,635	15,708
6	"	28,274	18,850
7	"	38,485	21,991
8	"	50,265	25,133
9	"	63,617	28,274
10	"	78,540	31,416
11	"	95,033	34,558
12	"	113,10	37,699
16	"	201,06	50,265

ihr kubischer Inhalt . = 58060800 K.-Z. = 33600 K.-Fuß

Digitized by Google

2) Ist die Größe des Reservoirs (oder mehrerer Reservoirs zusammen) 3mal größer, also . . 100800 K.-Fuß
z. B. ein Thurm von ca. 44 Fuß Durchmesser — resp. 1520 □ Fuß Querschnitt — und $66\frac{1}{3}$ Fuß Höhe, so mißt der luftverdünnte Raum der Röhre und des Reservoirs zusammengenommen . . . . . = 134400 K.-Fuß

3) Ist die Luftverdünnung in der Triebröhre und im Reservoir = 28 — b z. B. 28 — $13\frac{3}{4}$ = $14\frac{1}{4}$ Zoll
so ist der wirksame Druck (am Meere) b =
$13\frac{3}{4}$ Zoll = circa $7\frac{1}{3}$ ℔ pr. □Zoll
somit der auf den ganzen Querschnitt des Kolbens wirksame Druck a b . . . . = 1474,44 ℔

4) Ist also die bewegende Kraft P . . . = ab
so ist die dazu erforderliche Luftverdünnung b = $\frac{a\,b}{a}$
der dazu erforderliche Röhrenquerschnitt a = $\frac{a\,b}{b}$
und es ist somit nothwendig:

für eine bewegende Kraft per a b Pfund	ein Querschnitt der Röhre per a Quadratzoll	× d. h. multiplizirt	mit einem wirksamen Luftdruck auf Quadratzoll per b Pfund	resp. eine Luftverdünnung (am Meere) per
	6,6618		15,0108	28
	6,89		14,4747	27
	7,13		10,9386	26
	7,37		13,4025	25
	7,7		12,8664	24
	7,85		12,3305	23
	8,47		11,7942	22
	8,88		10,7512	21
	9,32		10,7220	20
	9,31		10,1859	19
	10,3		9,6498	18
	10,9		9,1137	17
	11,7		8,5776	16
z. B.	12,4		8,0415	15
per 100 Pfd.	13,3		7,5054	14
	14,3		6,9693	13
	15,5		6,4302	12
	16,7		5,8971	11
	18,6		5,3610	10
	20,1		4,8249	9
	23,3		4,2888	8
	26,9		3,7527	7
	31,1		3,2166	6
	37,3		2,6805	5
	46,9		2,1444	4
	62,2		1,60830	3
	93,3		1,0722	2
	1865		0,5361	1

per 200, 300, 400 ꝛc. Pfd. 2, 3, 4 ꝛc. mal soviel.

Digitized by Google

II. Bezüglich der Hindernisse der Bewegung und zwar

1) bezüglich der Trägheit der Masse.
Es sei

a) das Gewicht der zu bewegenden Masse einschließlich des Gewichtes der Wagen = Q = 1000 bad. Ztr.
z. B. 8 Wagen (leer à $3^1/_2$ Tonnen) = 560 Ztr.
Besetzung (à 40 Personen = $2^3/_4$ Tonnen) = 440 Ztr.
also 8 Wagen sammt Belastung = 1000 Ztr.

b) die erforderliche Geschwindigkeit in 1 Sekunde . . . . . = γ = 35 Fuß

c) die zur Geschwindigkeitszunahme erforderliche Kraft, d. i. die beschleunigende Kraft . . . . . = p
und da die Beschleunigung der Schwere desselben Körpers beim freien Fall = g (9.81 Meter) ist, die zur innerhalb einer bestimmten Zeit beantragten Ueberwindung der Trägheit der Masse (der Schwere) des Wagenzuges erforderliche Kraft p . . = $\frac{\gamma}{g} Q$

2) Bezüglich der eigentlichen Bewegungswiderstände sei

a) die Reibung, insbesonders

α) der Wagen (auf Eisenbahnen) und zwar die Achsenreibung $f = \frac{1}{267} = 0{,}0375$ die rollende Reibung am Umfange der Räder f . . = $\frac{1}{800} = 0{,}00125$ } = F = 0,005

β) des Kolbens in der Röhre, und der Triebräder, kurz der Triebmaschine = F

γ) der verdünnten Luft bei ihrer Bewegung durch die Röhre . . . . = $\mathfrak{F}$

b) die Steigung der Bahn . . . . . = $\frac{h}{l}$ { = 1 : 500 = 0,002

c) die Krümmung der Bahn . . . . = $\mathfrak{K}$

d) der Widerstand der äußern Luft . . = $\mathfrak{L}$

e) die Summe dieser vier Widerstände . = Q'

Digitized by Google

III. Es ergiebt sich daraus folgende Gleichung

$$P = Q + Q' \text{ d. i.}$$

$$a\,b = Q\left(F + \frac{h}{l}\right) + F + \mathfrak{F} + \mathfrak{K} + \mathfrak{L} + \frac{\gamma}{g}Q$$

Die Wirkungsgröße besteht also (abgesehen von den minderwichtigen Widerständen F, $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{L}$)

1) im Anfange der Bewegung, wenn der Zug

a) in einer Sekunde auf einem Wege von 900 Fuß in die Geschwindigkeit per 35 Fuß versetzt werden soll,

α) in der Arbeit, um auf dem Wege von 900 Fuß einen beständigen Widerstand

von 100000 ℔ (0.005 + 0.002) = 500 + 200 = 700 ℔

zu überwinden, also 900 Fuß × mit 700 ℔

= 630000 Fußpfd.

β) in der Arbeit, um die Masse per 1000 Ztr. in jene Geschwindigkeit zu versetzen d. i $\left(\text{da } P\,s = \frac{G.2^2}{2.32,7}\right)$

$$\frac{100000\ \text{℔} \times 35^2}{2.32,7} = \frac{100000.1225}{65,4} = 1873853 \text{ Fußpfd.}$$

also zusammen in 2503853 Fußpfd.

d. i. $= \frac{2503853}{500} = 5008$ Pferdekräfte.

b) Soll aber die Geschwindigkeit von 35 Fuß auf dem Wege von 900 Fuß erst in 60 Sek. erreicht werden, so ist die Arbeit nur . . . . . $\frac{5008}{60} = 83\frac{1}{2}$ Pferdekräfte.

2) Hat der Zug aber die Geschwindigkeit von 35 Fuß per 1 Sek. erlangt, so ist, um diese Geschwindigkeit nicht mehr zu verlieren, zur Ueberwindung der Widerstände ein sekundlicher Effekt von $\frac{700 \text{ Pfd.} \cdot 35}{500} = \frac{24500}{500} = 49$ Pferdekräfte erforderlich.

Bei gleichen Verhältnissen wären

bei einer Steigung von 1 : 250 63 Pferdekräfte

„ „ „ „ 1 : 50 175 „

erforderlich.

IV. Da ein gewöhnliches Lokomotiv ungefähr ein Gewicht von 15 Tonnen, ein Tender sammt Wasser und Brennmateriale aber ein

Gewicht von . . . . . 10 Tonnen

zusammen . . 25 Tonnen

= 500 Ztr. hat,

Digitized by Google

so fordert ein Dampfwagen unter gleichen Verhältnissen schon an und für sich zu seiner Fortschaffung

bei einer Geschwindigkeit von 35 Fuß 35 Pferdekräfte;

bei einer Steigung von 1 : 50 = 0.2 (bei welchen sogar noch schwerere Lokomotive angebracht werden) aber erfordert er 92 Pferdekräfte.

Bei atmosphärischen Eisenbahnen werden also nebst den Kosten der Lokomotive sammt Zugehör diese Kräfte ganz erspart.

β) Auch Räder können für den Luftdruck wie für den Wasserdruck angewendet werden.

Hier will ich beispielshalber nur zweierlei Arten von Rädern erwähnen, nämlich eines Reaktionsrades und eines einfachen Schaufelrades, woraus sich dann die Anwendung auf andere Räder von selbst ergiebt.

αα) 1. Wird eine gewöhnliche schottische Turbine — mit Ausnahme der Einflußöffnung — mittels eines festen Mantels luftdicht so umschlossen, daß die Hülle an der Achse der Turbine festhält, übrigens aber die Arme der Turbine und ihre Ausflußöffnungen nicht berührt und die Form einer runden hohlen Scheibe erlangt; wird zugleich entweder in der Hülle auf der der Einflußöffnung entgegengesetzten Seite oder in der theilweise hohlen Achse eine Oeffnung so angebracht, daß sie mit einem luftverdünnten Reservoir in luftdichte Verbindung kommt, und wird die Einflußöffnung der Turbine mit einem luftdichten Verschlusse versehen: so wird nach vorläufiger Verdünnung der Luft im luftverdünnten Reservoir und somit auch in der Turbine und in ihrer Umhüllung bei Oeffnung dieses Verschlusses die atmosphärische Luft in die Turbine, und durch die breiten aber engen Ausflußöffnungen ihrer Arme in den Raum zwischen der Hülle und der Turbine und sonach

Digitized by Google

durch die hohle Achse in das Reservoir strömen, und dabei die Turbine sammt dem Mantel um ihre Achse bewegen, bis das Gleichgewicht zwischen der Luft der Atmosphäre und des Reservoirs hergestellt sein wird.

2. Der Mantel der Turbine kann aber auch so angebracht werden, daß sich die Turbine in demselben dreht, während sie selbst an irgend einem dritten Gegenstande befestiget ist, die Turbinenachse aber doch luftdicht umschließt.

ββ) Als Schaufelrad dürfte sich folgende Einrichtung empfehlen.

1. Die Stirne eines mit Schaufeln versehenen Rades wird mit einer luftdicht an den Umfang (resp. an die Seite und an die Schaufel) schließenden unbeweglichen Hülle umgeben, wodurch ein Kanal entsteht, in welchem sich die Schaufel gleichsam wie der Kolben in der Triebröhre bewegt. Die Hülle hat zwei sehr nahe beisammen befindliche Oeffnungen, von denen die eine mit einem luftverdünnten Raume in Verbindung steht, die andere aber zum Einströmen der atmosphärischen Luft auf die Radschaufel dient.

Letztere Oeffnung wird bei jeder Umdrehung des Rades einmal durch einen Schieber oder Hahn geschlossen.

Zwischen beiden Oeffnungen ist eine luftdicht schließende Klappe von gleicher Größe mit der Radschaufel in der Hülle so angebracht, daß sie bei der Umdrehung des Rades durch die Radschaufel geöffnet wird und dieser den Durchweg gestattet, und hierauf den Querschnitt der Hülle ohne auf das Rad zu drücken sogleich wieder schließt.

Die durch die Oeffnung auf die Schaufel

Digitized by Google

einströmende Luft wird das Rad nach der der Klappe entgegengesetzten Richtung in Bewegung setzen, d. h. umdrehen, indem sie nach der Oeffnung zum luftverdünnten Raume zu gelangen strebt.

Ist die Radschaufel bei ihrer Umdrehung an diese Oeffnung angelangt, und schließt sich gleichzeitig die andere Oeffnung, so hört der Druck der Atmosphäre auf die Radscheibe plötzlich auf, während die Bewegung des Rades wegen der Trägheit der bewegten Masse oder wegen der Bewegung eines zweiten an derselben Achse befindlichen Rades fortdauert, mittels der Radschaufel die nahe Klappe öffnet und die Radschaufel unter der geschlossenen Oeffnung durchführt, worauf die Klappe durch ihr eigenes Gewicht wieder zufällt, der Hahn oder Schieber der Einflußöffnung aber sich dreht und der atmosphärischen Luft den Eintritt wieder gestattet.

Die so erzielte Bewegung wird auch hier bis zur Herstellung des Gleichgewichtes der atmosphärischen Luft und der Luft im Reservoir fortdauern.

2. Es kann aber auch umgekehrt die Schaufel, statt an der Radscheibe, an der Hülle derselben und die zwei Oeffnungen zum Zu- und Ausströmen der Luft, sowie auch die Klappe, statt an der Hülle, an der Radscheibe angebracht, und dadurch die Hülle statt der umschlossenen Radscheibe um die Welle (Achse) der letztern beweglich gemacht werden, so daß die äußere Luft durch die fixe hohle Achse der daran befestigten Scheibe und durch einen Kanal dieser fixen Scheibe in den bei jeder Umdrehung sich in einem Momente abschließbaren Kanal auf

Digitized by Google

die Schaufel strömt, durch ihren Druck diese sammt der Hülle umdreht, und (während sich wie oben die Lufteinlaßöffnung schließt, die Klappe sich aber öffnet) auf der andern Seite der fixen Radscheibe durch einen in ihr angebrachten Kanal in und durch die feste Welle in das damit in Verbindung stehende Reservoir gelangt. —

Eine fortschreitende Bewegung wird dann durch diese beiden Arten von Rädern erzielt, wenn entweder die Räder sub αα) 1. und ββ) 2. ohne Weiteres als Wagenräder unmittelbar auf den Boden gestellt werden, so daß der Wagen mit dem Reservoir auf den Achsen, um die sie sich drehen, ruht, indem sie in Folge ihrer Umdrehung von selbst fortschreiten müssen;

oder wenn man die Bewegung der sich drehenden Achsen der Räder αα 2 und ββ 1 andern Bewegungsmitteln mittheilt, welches wieder auf zweierlei Art geschehen kann, nämlich

so daß sie durch Verzahnung oder Riemen die Achse eines Räderpaares des Wagens, auf dem sie angebracht sind, bewegen, oder

so, daß die Räder nach Art der oben sub α beschriebenen Triebräder angewendet werden.

Sind jene Lufträder im letztern Falle, nämlich auf einer Eisenbahn in beliebigen Distanzen (z. B. von 240 Fuß, jedenfalls in der Länge des Wagenzuges) vertheilt, und ist an der Welle eines solchen Luftrades zwischen den beidseitigen Schienen eine Scheibe von kleinerem Durchmesser so angebracht, daß der

Digitized by Google

oben beschriebene Balken des Wagenzuges auf ihm zu ruhen kommt, so bringt seine Umdrehung auch die Bewegung des Wagenzuges mit sich.

Die Umdrehung dieser Lufträder ($\alpha\alpha$ 2 und $\beta\beta$ 1) wird aber erzielt, wenn (statt der oben beschriebenen großen Röhre und Kolben) sie durch eine kleine luftdichte Röhre unter sich und mit dem Reservoir in Verbindung stehen, und wenn bei jedem Rade durch eine vorspringende Stange des Wagens, während er vorbeifährt, ein Ventil zur Gestattung des Einströmens der Luft in einen Vorhof der Einströmungsöffnung geöffnet und nach Bedarf offen gehalten wird. Auch ein endloses Seil könnte im letzten Falle angewendet werden.

Bei der ersten dieser Arten der Anwendung der Lufträder ist aber eine Versetzung der Luftverdünnung auf den Wagen selbst nothwendig.

Damit diese für den Bedarf ausreiche, muß der auf dem Wagen mitzuführende luftverdünnte Raum der erforderlichen Kraft entsprechen, z. B. wenn das Rad ca. 6 Fuß Durchmesser und einen circa 40 □ Zoll großen Kanal resp. 8640 Cub.Zoll = 5 Cub.Fuß Raum hat, und sich auf einer Meile Weges 1200mal umdreht resp. 6000 Cub.Fuß Luft entleert; und wenn die ursprüngliche Luftverdünnung im Reservoir 7 Grad (Zoll) beträgt, und nicht unter 14 Grad sinken, somit durch den Zufluß von 6000 Cub.Fuß atmosphärischer Luft nur um 7 Grad verdichtet werden darf, so muß das Reservoir, um für eine Meile auszureichen, einen Raum von 24000 Cub.Fuß (mit einer ursprünglichen

Digitized by Google

Luftverdünnung von 7 Grad) enthalten; denn würden 6000 Cub.Fuß atmosphärische Luft per 28 Grad in einen luftleeren Raum strömen, so würde sie, um eine 4fache Verdünnung (bis auf 7 Grad) zu erlangen, den 4mal größern Raum brauchen, also 24000 Cub.Fuß. Ist nun ein Reservoir von 24000 Cub.Fuß Inhalt mit einer Verdünnung von 28 — 21 Grad (= bis auf 7 Grad) vorhanden, und strömt abermals 6000 Cub.Fuß atmosphärische Luft in den Raum per 24000 Cub.Fuß, so wird dieser weiter um $^1/_4$ ausgefüllt, resp. die Luft darin um $^1/_4$ des atmosphärischen Druckes, d. i. um 7 Grad verdichtet, somit die Verdünnung auf 14 Grad verringert.

Ein Rad von 6 Fuß Durchmesser und 40 □ Zoll großer Schaufel und von einem konstanten Luftdrucke, welcher einer Verdünnung von 14 Grad entspricht, wird (am Meere) von einer Kraft bewegt, die gleich ist $= 7^1/_2$ ℔ $\times$ 40 $=$ 300 ℔, oder wenn man $^1/_3$ als Verlust auf Rechnung der Reibung der Luft während des Durchströmens, der Schieber und Klappen u. dgl. abzieht, noch von einer Kraft per 200 ℔. Eine Kraft von 200 ℔ bewegt auf einer vollkommen horizontalen Eisenbahn ungefähr 25 Tonnen. — Ein Raum von 24000 Cub.Fuß entspricht einem Cubus von 29 Fuß, den oder einen ihm entsprechenden Cilinder man also mitführen müßte.

Damit aber das Einströmen der Luft nicht abnehme, so wäre der Einfluß so zu reguliren, daß sich die Oeffnung immer mehr erweitert, und so die Triebkraft konstant bleibt.

Daß die Luftverdünnung während der Fahrt auch durch eine dem Zuflusse von Luft

Digitized by Google

Luft entsprechende Auspumpung resp. Ableitung in ein drittes Reservoir konstant erhalten werden kann, versteht sich von selbst.

In Fällen, wo die Kraft auf den Wagen versetzt wird, wäre übrigens auch keine Gelegenheit zu verabsäumen, Luftverdünnung zu erneuern, und wäre daher deßhalb auf dem Wagen eine Luftpumpe anzubringen, und dieselbe statt einer Bremsvorrichtung zu verwenden, und zwar sowohl beim Abwärtsfahren, als auch zum Stillhalten des Zuges auf Ebenen.

Zur Versinnlichung des von mir vorgeschlagenen Verdünnungsapparates sammt Reservoir, sowie auch der Triebröhre sammt Zugehör, und der verschiedenen Arten von Rädern mögen die beiliegenden Zeichnungen dienen und ich bemerke bezüglich der Zeichnung über den Luftverdünnungsapparat, daß die in derselben vorkommende Wagefalle zum Ein- und Austritte des Wassers in die Thürme und aus denselben die Stelle der oben bei der Luftverdünnung C. II. 2 erwähnten Oeffnungen w und x (resp. w' und x') vertritt.

b) Wie die Mittheilung der Bewegung der Luft zur Erzielung einer Kreisbewegung zu geschehen habe, bedarf nach dem oben Bemerkten kaum mehr einer weitern Erörterung.

Daß hiebei an ein und demselben Wasserwerke ein und dasselbe Wasser mehrfach wirksam werden kann ist augenfällig, indem derselbe Bach, welcher zum Betriebe einer Fabrik nicht hinreicht, vielleicht in einer nicht gar zu großen Entfernung, z. B. innerhalb einer Meile, ein oder mehrere Gefälle hat, die entweder mittels Luftpumpen oder mittels einer oben beantragten Vorrichtung eine Luftverdünnung hervorbringen, welche Luftverdünnung dann zur Fabrik geleitet und dort neben der Wasserkraft benützt werden kann.

Digitized by Google

B. Ueber die Anwendung der verdünnten Luft auf andere industrielle Unternehmungen.

Auf diese Anwendung näher einzugehen liegt außer dem Zwecke dieser Abhandlung, weßhalb ich dießfalls hier lediglich auf die Eingangs gemachte Andeutung, auf wie vielfache Weise und zu welch verschiedenen Zwecken die verdünnte Luft anwendbar sei, hinweise, woraus sich die erforderliche Anwendung in ihrer Hauptrichtung von selbst ergiebt. Das in Seehäfen bereits eingeführte Verfahren Nahrungsmittel für die Schiffahrt aufzubewahren; die natürlichen Heberquellen z. B. des Zirknitzer Sees, und die künstlichen Kanalheber am Languedoc-Kanale und in Bergwerken; die Feuerspritzen und Saugpumpen; Papin's schon im J. 1687 projectirte Maschinerie zur Fortpflanzung der Kraft der Wasserräder; das Schröpfen; die Romershauser'sche Extraktionspresse und Destillation; Bernoullis Papierfabrikation; Pentzolds Holztrocknung; Howarts Vacuum-Pfanne in den Zuckersiedereien ꝛc. geben dießfalls Anhaltspunkte genug.

Digitized by Google

C.

Schluß.

So sehr ich von der außerordentlichen Wichtigkeit der Luftverdünnung im Allgemeinen und von der Richtigkeit der von mir angedeuteten Wege, sie zu gewinnen, zu bewahren und auf das Bewegungswesen anzuwenden überzeugt bin; um nichts weniger erkenne ich die Mangelhaftigkeit der von mir vorgeschlagenen und noch anderer von mir beabsichtigten Mittel zur Ausführung meiner Ideen, zweifle aber nicht daran, daß die Technik es bereits versteht dieselben zu vervollkommnen, und daß sie dafür im Verhältnisse zum daraus zu erzielenden Gewinne sehr geringfügige Kosten in Anspruch nimmt.

Oder sollte

I. die Ausführung

1) des von mir beschriebenen Verdünnungsapparates und Reservoirs aus von innen und außen mit einer Asphaltschichte bekleidetem Mauerwerk sammt Einrichtung und Leitungen;

2) der Bewegungsmittel, als

a) entweder des Triebröhrensystemes, insbesonders

α) der Röhre,

β) des Pistons sammt Stange,

γ) der zwei gezahnten eisernen Scheiben an Einer Achse,

δ) der Stange des Wagens,

ε) des Regulators,

b) oder des Rädersystems, insbesonders

α) entweder der in Distanzen vertheilten feststehenden Reaktions- oder Schaufelräder, als:

αα) dieser Räder sammt Scheibe,

Digitized by Google

ββ) der dabei befindlichen kleinen, der Distanz und Steigung der Räder entsprechenden Reservoirs,

γγ) der Stange des Wagens oder des endlosen Seiles u. dgl.

β) oder des auf oder an dem Wagen selbst angebrachten Reaktions- oder Schaufelrades sammt dem mitzuführenden Luftverdünnungsbehälter

so großen oder noch größeren technischen Schwierigkeiten unterliegen als die Anfertigung von Luftpumpen, Dampfmaschinen u. dgl.?

Oder sollten

II. die Kosten

1) der offenbar viele Jahre keiner Erneuerung, sondern höchstens nur einer Reparatur bedürfenden Anlage derselben,

2) des Betriebes insbesonders: die Zinsen des Anlagekapitales, die Abnützung, das erforderliche Personale ꝛc. zu den Kosten der Anlage und des Betriebes einer Eisenbahn mittels Dampfkraft, nämlich:

einer etwa drei Jahre lange dauernden Lokomotive,

des Tenders,

der Brennmaterialien,

der dazu und für Lokomotive und Tender erforderlichen Magazine,

der Bedienung u. dgl.

nicht in einem sehr günstigen Verhältnisse stehen?

Dessen ungeachtet darf ich nicht hoffen, daß die Luftverdünnung den Dampf, der ebenfalls selbst, nachdem seine Kraft und Anwendbarkeit bereits bekannt war, noch lange zu kämpfen hatte, um zu seiner jetzigen Herrschaft zu gelangen, ohne langen Kampf verdrängen werde, indem man bei industriellen Unternehmungen begreiflicher Weise so lange am Alten und Bewährten festhält, bis sich etwas Neues praktisch als besser bewährt hat, weil sich die Erfassung einer neuen Idee, der Besitz des Geldes und der Muth zu ihrer Ausführung nur selten in Einer Person vereinen.

Digitized by Google

Möge dieses Kleeblatt sich bald finden!

Mich aber und alle diejenigen, welche an dem Erfolge des Gegenstandes der vorliegenden Abhandlung größeren Antheil nehmen, mögen mittlerweile folgende Thatsachen mit Hoffnungen beseelen und mit Geduld stählen.

Obgleich schon seit der Erschaffung unserer Erde ein atmosphärischer Druck von ungefähr 15 ℔ per je 1 □ Zoll auf ihre Oberfläche drückt, und obgleich schon seit der Erschaffung des ersten Menschen ungefähr 300 Ztr. Luftdruck auf einem jeden erwachsenen Menschen lasten, sind doch mehr als 5600 Jahre verstrichen, ohne daß die Weltweisen sich dessen bewußt wurden.

Seit Torricelli in Florenz im J. 1640 das Räthsel „der Scheue der Natur vor der Leere" (horror vacui) löste, das Gesetz der Schwere der Luft entdeckte und den Barometer erfand, und seit Otto v. Guericke im J. 1650 in Magdeburg die Welt durch seine Luftpumpe und seine Halbkugeln in Staunen setzte, haben zwar manche sinnreiche Spielereien des Luftdruckes die physikalischen Kabinete bereichert, das bürgerliche Leben aber aus dem atmosphärischen Luftdrucke kaum mehr als Barometer und Saugewerke gewonnen.

Der Franzose Papin schrieb zwar schon im J. 1687 eine ausführliche Anleitung, die Kraft eines an einem Flusse aufgestellten Wasserrades auf eine große Entfernung fortzupflanzen, um z. B. in einem eine Meile weit entfernten Bergwerke mittels zweier Cilinder von je 1 Fuß Durchmesser und 4 Fuß Höhe und einer kleineren Röhre per 24000 Fuß Länge mit einem Kostenaufwande von ca. 200 Thalern in 1 Stunde 10 Ztr. Erz auf eine Höhe von 500 Fuß zu fördern, welche Anleitung aber, so wie sein offenbar praktischer Dampftopf erst in neuester Zeit auf dem häuslichen Herde Anerkennung fand, auch erst in der Neuzeit zu Ulverstone und in der Hyde Collierie bei Manchester mit dem gewünschten Erfolge angewendet wurde.

Anfangs dieses Jahrhunderts tauchte endlich die Idee einer atmosphärischen Eisenbahn auf.

Im J. 1810 gab der dänische Ingenieur Medhurst dazu die erste Anregung, indem er vorschlug, Briefe und Waaren in einen Cilinder von 6 Fuß Durchmesser zu bringen und durch den auf einen darin

Digitized by Google

angebrachten Kolben ausgeübten Druck der Luft auf einer ebenfalls darin befindlichen Eisenbahn fortzuschaffen.

Im J. 1824 ging der Britte Vallance schon weiter, indem er nicht nur Briefe und Waaren, sondern auch größere Wagen und Reisende in den entsprechend vergrößerten Cilinder zu bringen beantragte.

Im J. 1827 ging Medhurst von seiner ursprünglichen Idee ab, und schlug vor, die Luftröhre nur von 1—2 Fuß Durchmesser zu machen, sie aber ihrer ganzen Länge nach zu schlitzen, den Schlitz durch eine eigene Vorrichtung, von ihm Wasserventil genannt, zu verschließen, einen luftdicht schließenden Kolben im Cilinder anzubringen, die Luft vor demselben zu verdünnen, und die dadurch entstehende Bewegung des Kolbens mittels einer daran angebrachten durch den Schlitz der Röhre laufenden Stange dem außerhalb der Röhre auf den beiderseits der Röhre liegenden Bahnschienen stehenden Wagen mitzutheilen. Diese Idee zündete.

Im J. 1834 beantragte Pinens ein Seil an die Stelle des Wasserventils.

Im J. 1839 verschloßen die Britten Clegg und Samuda den Schlitz mittels einer Klappenvorrichtung, die sie im Verlaufe der Zeit aber mehrfach abänderten. Auch führten sie zuerst bei Wormwood-Scrubbs bei London an der Bristol-Thames Junction-Eisenbahn, wo diese an die Themse hinabführt, an einer 1000 Schritt langen Strecke bei einer Steigung von 1 : 115 eine solche Eisenbahn aus, und legten im J. 1842 eine zweite 6936 W. Fuß lange besser eingerichtete zur Fortsetzung der Dublin-Kingstown-Bahn nach Dalkey an, deren Verhältnisse und Leistungen nach dem Berichte des von der französischen Regierung zur Beaugenscheinigung abgesendeten Ingenieurs Mallet in der Wesenheit folgende waren.

Sie hatte sehr ungleiche Steigungen, die zusammen im Ganzen 50 W. Fuß, im Durchschnitt also 1 : 138 betrugen. Die atmosphärische Kraft wurde nur aufwärts angewendet, während abwärts die eigene Schwere des Bahnzuges wirkte. Die Triebröhre bestand aus gußeisernen Cilindern von 7 Linien Dicke und 8 Fuß Länge, im Gewichte von 130 ℔ per laufenden Fuß, und hatte einen Durchmesser von 17½ Zoll, also einen Querschnitt von 240 □ Zoll, und gewährte somit, wenn die Luft darin um 15 Grad verdünnt, also ein Luftdruck

von 8 ℔ per je 1 □ Zoll erzielt wurde, eine Kraft von $8 \times 240 =$ 1920 ℔. Mallet versichert, daß damit 887 Ztr. 6½ Meile in der Stunde (43⅓ Fuß in der Sek.) bei einer Steigung von 1 : 100 fortgeschafft wurden (eine Kraft, welche 193 Pferdekräften gleichkommt); während bei einer Verdünnung per 24¾ englische Zoll man auf der Ebene ungefähr 5000 Ztr. fortschaffen, und eine beliebige Geschwindigkeit erzielen könne.

Kein Wunder also, daß endlich Angesichts dieser Thatsachen der atmosphärischen Bewegungskraft plötzlich eine größere Aufmerksamkeit geschenkt wurde, und daß sie die Dampfkraft auf Eisenbahnen zu verdrängen drohte, indem Brunel, der Erbauer des Tunnels zu London und der Great-Western-Bahn im J. 1842 damit steile Steigungen in den Apenninen zu überwinden beabsichtigte, und indem im J. 1843 schon allgemein von der Anwendung des atmosphärischen Druckes auf österreichischen und französischen Bahnen die Rede war, und bei St. Germain wirklich eine Strecke atmosphärische Eisenbahn in Thätigkeit trat.

Warum wurden aber dennoch diese Plane nicht ausgeführt, sondern die atmosphärische Eisenbahn bei St. Germain im J. 1860 sogar wieder in eine Dampfkrafteisenbahn umgewandelt?

Abgesehen von der Kostspieligkeit der Röhre und von der Mangelhaftigkeit des Verschlusses ihres Schlitzes — (welchen — nebenbei bemerkt — der Franzose Hallette im J. 1844 statt der Klappen mittels zwei nebeneinander darauf liegenden mit Wasser oder Luft gefüllten leicht biegsamen Röhren, die sich berühren, und zwischen deren Berührungspunkte (Lippen) sich die den Wagen und Kolben verbindende Stange durchschleicht, bewerkstelligen wollte, und statt welchen Schlitzes der Britte Pilbrow ein meiner Vorrichtung ähnliches Getriebe beantragte) — wurde die Kraft resp. Luftverdünnung bisher mittels einer Luftpumpe hergestellt, welche bei Dalkey einen Querschnitt von 65 Zoll Durchmesser hatte, also 14mal so groß als die Triebröhre war, und deren Kolben in der Minute 213 Fuß zu durchlaufen hatte und deren Dampfmaschine 100 Pferdekräfte besaß, aber in der Stunde 480 ℔ Kohlen verzehrte. Die Kosten der Erzeugung der Luftkraft kamen daher viel höher zu stehen als die der Dampfkraft, und wiesen die atmos-

Digitized by Google

II Turbine

1. in einer unbeweglichen Umhüllung.	2. in einer ſich mit ihr bewegenden Umhüllung.
a. Achſe, bewegliche,	a. Achſe, unbewegliche,
b. Arm, an der Achſe befeſtigt, mit breiter Fläche und geringer Höhe und ſehr ſchmaler Ausmündung,	b. Arm, um die Achſe ſich drehend,
c. Umhüllung, unbeweglich,	c. Umhüllung an der Turbine befeſtigt und ſich mit ihr um die Achſe drehend,
d. runde Oeffnung um die Achſe, zum Eintritte der Luft in die Turbinenarme,	d Oeffnung, um die Achſe (oder durch die bei f' geſchlitzte und von f' bis a' der Länge nach durchbohrte Achſe) zum Eintritte der Luft in die Turbinenarme,
e. runde oder (beſſer) geſchlitzte Oeffnung zur Fortleitung der Luft in das Reſervoir.	e. Oeffnung um die Achſe (oder durch die Achſe) zur Fortleitung der Luft in das Reſervoir,
	f. Raum zwiſchen den Turbinenarmen und ihrer Umhüllung zum Durchpaſſe der Luft nach e,
	g. Nabe an der Umhüllung mit freiem Raume zwiſchen ihr und der Achſe,
	h. Schlitz in der Nabe,
	i. Umhüllung der Nabe reſp. ihres Schlitzes zur Fortleitung der Luft in das Reſervoir.

1 AP 65

Digitized by Google

c dessen Speichen oder Scheibe,

d. Schaufel auf der Radstirne,

e. Lager des Rades,

f. befestigte Umhüllung des Rades (einen unbeweglichen Kanal (g) d. h. dessen Boden — resp. Deckel — mit 2 unbeweglichen Seitenwänden bildend).
NB. Die Seitenwände des Kanales können aber auch auf der beweglichen Stirne des Rades angebracht sein.

g. Kanal, mehr breit als hoch,

h. Oeffnung (Schlitz) zum Eintritt der Luft,

i. Oeffnung (Schlitz) zum Austritt der Luft,

k. Falle (Klappe), welche, damit sie nicht zu stark auf das Rad drücke, sich entweder in einen Ausschnitt der Seitenwände des Kanals anlehnt, oder durch einen Einhaltshebel zurückgehalten wird,

l. Einhaltshebel,

m. Stift oder Vorsprung für den Einhaltshebel,

n. Vertiefung (Einschnitt) in der unbeweglichen Umhüllung, damit sich das Ventil während des Durchpasses der Radschaufel hineinlegen kann,

o. Hahn zur Verschließung des Schlitzes,

p. Hebel am Hahn zur theilweisen (¼ oder ½) Drehung desselben,

q. Anschlagstift in diesen Hebel zum Schließen des Hahns,

r. Feder, die Kraft des Anschlags zu mildern und den Hahn nach Passirung des Anschlagstiftes wieder zu öffnen oder statt des Hahns o mit p, q, r folgende zweckmäßigere Vorrichtung,

s. Schwungrad mit Speichen (d. h. mit Befestigung) an der Achse b des Hauptrades,

t. Schieber, etwas länger als die Länge des Ventils k beträgt, und etwas breiter als der Schlitz h.
Dieser Schieber ist an einer Speiche des Schwungrades so angebracht, daß er bei jeder Umdrehung desselben eine Strecke lang bis nämlich die Radschaufel von i bis h passirt ist, über den Schlitz h hinstreift und ihn schließt.

c. unbewegliche dünne Scheibe an der Achse (den innern Raum als Wand in zwei Hälften theilend),

d. Schaufel an der Radstirne, der Achse zugekehrt.

e. Nabe,

f. bewegliche hohle Radscheibe, welche mit ihrer Stirne a einen beweglichen Kanal (g) bildet,

g. Kanal, mehr breit als hoch,

h. Oeffnung (Schlitz) zum Eintritt der Luft (durch den Reif auf c) in den Kanal,

h'. Oeffnung zum Eintritt der Luft durch die oder in die Achse b,

i. Schlitz zum Austritt der Luft aus dem Kanal durch die Oeffnung,

i' in der oder um die Achse b,

k. Ventil, mit einem Einhaltshebel,

l. Einhaltshebel,

m. Stift oder Vorsprung zum Anlehnen des Einhaltshebel,

n. Einlagerung des Ventils,

o. } Hahn wie bei Rad 1,
p. }
q. }
r. }

t. Schieber = ein Radsegment, etwas länger als k, etwas breiter als h, am Hauptrade angeschraubt.

Digitized by Google

t u
t' u'
u u' } Waſſer-Niveau nach dem Barometerſtande.

v Röhre zum Zufluß der Luft aus dem Reſervoir.

V
V' } Arm dieſer Röhre.

β Waſſerzuflußkanal.

γ Waſſerabflußkanal

B Vierthürmiger Verdünnungsapparat.

R Reſervoir.

NB. Wirkungsweiſe. Der Bach ſtrömt durch β in den bis u u' immer vollen Behälter α, ergießt ſich durch a b in den Thurm II, drückt den Hut desſelben hinauf und den von I herab, bis erſterer nach Ausſtoßung der Luft durch z' an der Wölbung des Thurmes anſtößt, wornach ſich der Bach in α aufſtaucht, und während die Röhre m in Folge der Drehung von ϱ, μ und n durch o verſchloſſen iſt, bei m' überfließt, die Pfanne k' mit Waſſer füllt, und dieſe dadurch ſammt h, h' zu einer ½ Drehung bringt, in Folge deſſen Bach und Luft bei a b und a' b', c d und c' d' einen andern Zu- und Abfluß bekommen, und zugleich die Steurung bei k und k' reſp. ϱ, n, μ' o o' m m' zur Herſtellung eines neuen Wechſels vorbereiten.

B Bewegungsmaſchinen.

(Atmoſphäriſche Eiſenbahn.)

A Triebröhre ſammt Zugehör.

a. Bahnſchwellen.

b. Bahnſchienen.

c. gußeiſerne Röhre.

d. Einſchnitt in die Röhre ihrer Länge nach.

e. Piſton (Kolben).

f. Windenſtab mit enggeſchraubter Zahnſtange.

g. Rollen, welche den Windenſtab tragen und führen.

h. inneres Triebrad
i. äußeres Triebrad } beide gleich groß oder letzteres etwas größer.

k. luftdichte Umhüllung des innern Triebrades.

l. Wagen.

m. Balken am Wagen.

n. in den Balken eingelaſſene Zahnſtange.

o. Mechanismus zur Regulirung des Balkens und reſp. Zahnſtange.

p. Reſervoir.

q. Regulator im Reſervoir oder an der Röhre.

B Lufträder.

I Schaufelrad, welches ſich dreht

1. in einer unbeweglichen Umhüllung.	2. um eine unbewegliche Achſe.
a. Stirne des Rades,	a. Stirne des Rades auf einer Alles bis an die Achſe umſchließende Scheibe,
b. deſſen bewegliche Achſe,	b. deſſen unbewegliche Achſe,

Digitized by Google

phärische Eisenbahn wieder in das Bereich der unpraktischen Ideen zurück.

Um nun jene schönen Ideale atmosphärischer Eisenbahnen mit ihren außerordentlichen Frachten, mit ihrer großen Geschwindigkeit erhöhten Sicherheit und beliebiger Steigung, mit ihrer nicht an Zeit und Ort gebundenen Anwendbarkeit, und mit all ihren Ersparungen von Brennmaterialien, Lokomotiven ꝛc. wieder hervorzurufen, sie an den Pulsschlägen der Erde zu erwärmen, sie an der Brust der Mutter Natur selbst zu säugen und groß zu ziehen: sammelt und leitet die Kräfte des fließenden Wassers!

Erklärung der beiliegenden Zeichnungen.

A Verdünnungsapparat mit Reservoir.

A Zweithürmiger

I, II — Wasserthürme von Gußeisen (oder Mauerwerk).

a b, a' b' — Einfluß und Ausfluß des Wassers.

c' d', c d — " " " der Luft.

e f e' — Wage-Falle (dafür auch Hahn mit 2 Bohrungen w und x, resp. w' und x').

f — Achse der Wage-Falle.

g, g' — Hahn mit 2 Bohrungen y und z, resp. y' und z'.

h, h' — Rad von 1½mal größerm Durchmesser als a b und a' b' hoch ist.

i, i' — Seil.

k, k' — senkrecht (rechtwinklig) zu einander stehende Hebel mit Pfannen.

l — Achse von g, g', h, h', k, k'.

α — Behälter des Zuflußwassers.

m, m' — auf die Pfanne k, k' führende Röhren.

n — Zahnrad mit einem ungezahnten Rade μ an derselben Achse.

o, o' — Schieber mit Zahnstange.

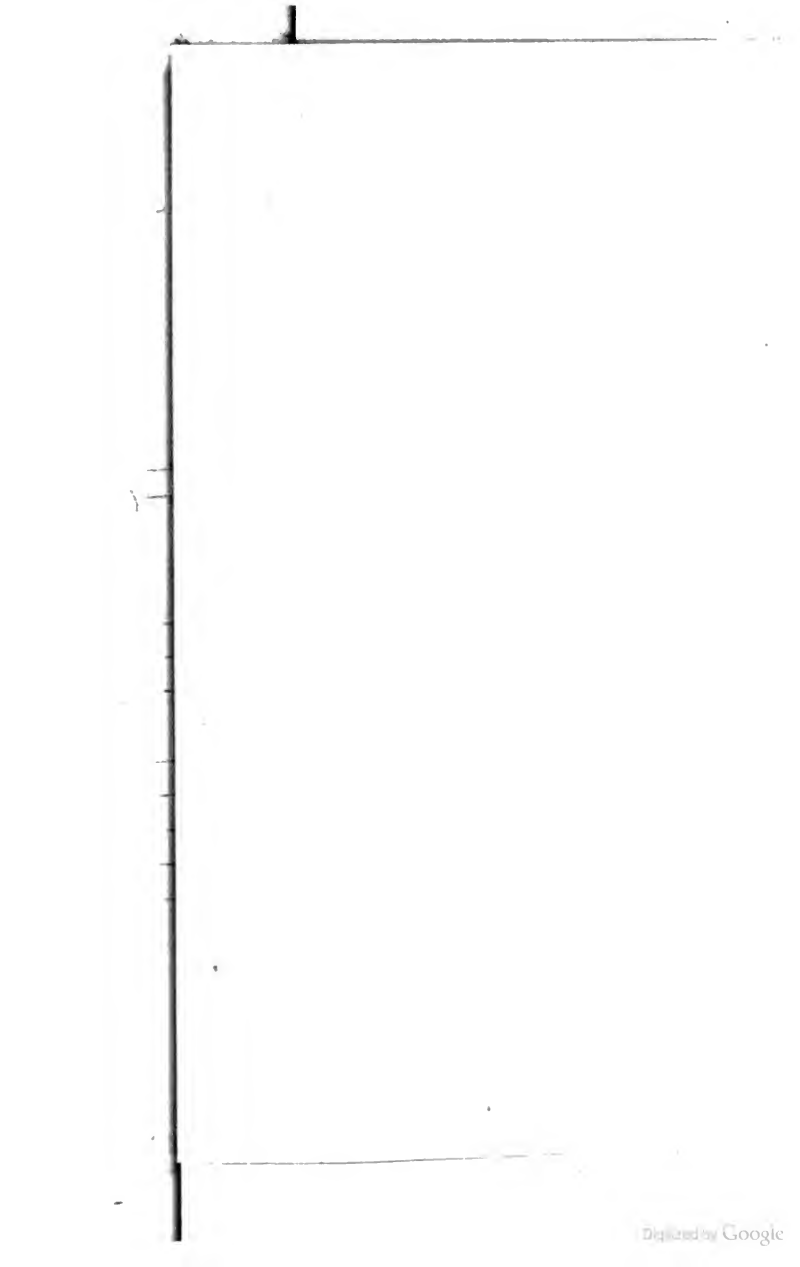
p — Seil um μ und ϱ.

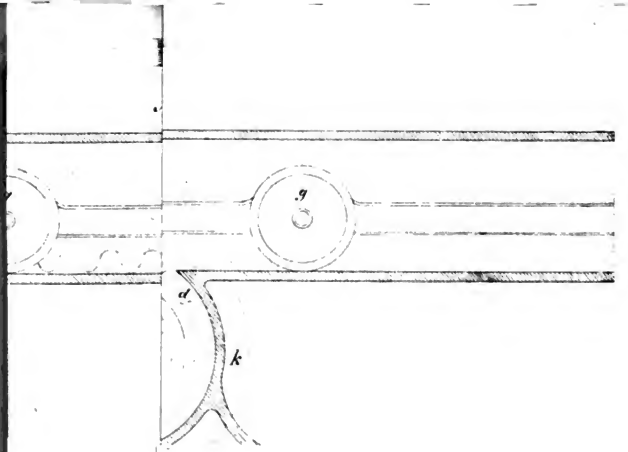
q, q' — Wasserhut.

r — Rad mit einem kleinern Rad ϱ an derselben vorspringenden Achse.

s — Seil um r.

Digitized by Google


Digitized by Google

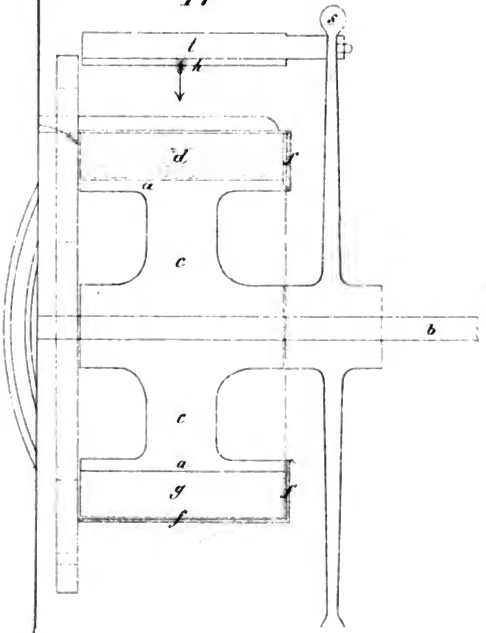

g
d
k

Digitized by Google

B

B'

I1



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Druck der Wagner'schen Buchdruckerei.

Druck der Wagner'schen Buchhandlung.

Druck der Wagner'schen Buchdruckerei.

Druck der Wagner'schen Buchdruckerei.